

**HISTÒRIA NATURAL**

---

**DEL MIGJORN DE MENORCA**

Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, núm. 11



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS



Primera edició: 15 de desembre de 2004

© del text: els autors

© de l'edició: Societat d'Història Natural de les Balears

Estudi General Lul·lià  
Sant Roc, 4  
07001 Palma de Mallorca  
Tel/fax: 971 71 96 67

ISBN: 84-609-3585-X

DL: PM-2817-2004

Impressió i enquadernació:

Sairpa S.L. & Bindermar S.L.

C/ Islas Baleares, 26 - Pol. Ind. Son Bugadellas

07180 Santa Ponsa (Calvià)

Tel. 971 69 76 76

e-mail: [sairpa@terra.es](mailto:sairpa@terra.es)

Maquetació i fotomecànica:

Colorgràfic

C/ Llampugol, 33. - 07005 Palma de Mallorca

Tel. 971 27 83 55

e-mail: [colorgrafic@terra.es](mailto:colorgrafic@terra.es)

Joan J. Fornós  
Antoni Obrador  
Vicenç M. Rosselló  
(eds.)

# **HISTÒRIA NATURAL DEL MIGJORN DE MENORCA**

---

**El medi físic i l'influx humà**

Societat d'Història Natural de les Balears  
Institut Menorquí d'Estudis - Fundació SA NOSTRA  
2004

*Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M. (eds.), 2004,  
Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà.  
Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11, 378 p.*

El present llibre vol resumir i difondre bona part dels resultats obtinguts  
gràcies als projectes de recerca següents,  
finançats pel *Ministerio de Ciencia y Tecnología*:

**PB98-0132:** *El carst i la morfogènesi litoral a les illes Balears i la costa de València:  
La seva relació amb les oscil·lacions del nivell marí durant el Quaternari.*

**BTE2002-04552-C03:** *El modelat càrstic i l'evolució morfològica i sedimentària del litoral  
a les Balears, València i Sardenya, com a resultat de les oscil·lacions del nivell marí.*



1954-2004 Cinquentenari de la  
Societat d'Història Natural de les Balears

# Índex

---

<b>Autors</b> .....	13
<b>Pròleg</b> .....	17
<i>Antoni Rodríguez Perea</i>	
<b>1. Pedres i homes en una illa petita: el medi físic i l'influx humà al Migjorn de Menorca</b>	
<i>Vicenç M. Rosselló i Joan J. Fornós</i>	
Introducció .....	21
Evolució geodinàmica de la Mediterrània occidental .....	21
L'empremta geològica .....	23
Clima, hidrologia i litoral .....	26
Homes i pedres .....	27
Una illa petita i "invisible" .....	27
El primer poblament i els successius .....	29
Camps tancats i murs de pedra (seca). Roturació .....	35
Bibliografia .....	37
<b>2. El clima del Migjorn</b>	
<i>Agustí Jansà</i>	
Introducció .....	39
El règim pluviomètric. Tormentades .....	39
El règim termomètric .....	43
Els vents i la mar. Tramuntanades i salinització .....	44
Els vents i la mar. Ventades de gregal i llebeig .....	49
Les rissagues de Ciutadella i altres oscil·lacions del nivell de la mar .....	51
Bibliografia .....	52
<b>3. La vegetació del Migjorn de Menorca: un passeig descriptiu</b>	
<i>Pere Fraga i Arguimbau, Miquel Truyol Olives, Cristòfol Mascaró Sintes, David Carreras Martí, Óscar Gracia Febrero, Martí Pons Gomila i Magda Seoane Barber</i>	
Introducció .....	53
Les capçaleres dels barrancs .....	55
La part alta del barranc .....	56
La part mitjana del barranc .....	58
La part baixa dels barrancs .....	61
El final del barranc: les cales .....	63
La vegetació del litoral rocós .....	65
Els interfluvis entre barrancs: les esquenes .....	66
L'absència de barrancs: les planes calcàries dels extrems de l'illa .....	70
Bibliografia .....	72

#### 4. El Miocè del Migjorn

*Antoni Obrador i Luis Pomar*

Introducció	73
Antecedents	73
Fàcies i unitats	79
Model deposicional	89
Bibliografia	91

#### 5. Els fòssils marins del Miocè superior menorquí

*Josep Quintana Cardona*

Introducció	93
Objectius	93
Algues calcàries roges	94
Mamífers	95
Peixos	95
Equinoïdeus o bogamarins	96
Gasteròpodes	100
Bivalves	101
Braquiòpodes	103
Conclusions	103
Bibliografia	103

#### 6. El mapa geomorfològic

*Vicenç M. Rosselló i Verger*

Una plataforma inclinada, guexada i fracturada	105
Una xarxa fluvial diversa i desconcertant	107
Arreisme i carstificació	112
El litoral	115
El sector occidental (Ciutadella)	116
El sector central (Ferrerries, Es Migjorn Gran, Es Mercadal, Alaior)	117
El sector oriental (Maó, Sant Lluís, Es Castell)	119
Bibliografia	120

#### 7. Hidrologia subterrània del Migjorn

*Bernadí Gelabert, Jordi Giménez i Alfredo Barón*

Introducció	121
Antecedents	121
Les unitats hidrogeològiques de Menorca	122
La unitat hidrogeològica de Migjorn	124
Conclusions	128
Bibliografia	128

#### 8. Els barrancs del Migjorn de Menorca

*Francesca Segura, Josep E. Pardo Pascual i Jesús M. Palomar Vázquez*

Introducció	129
Les conques de drenatge de l'illa de Menorca	129
La xarxa de drenatge real i la simulada	134
La geomorfologia dels torrents	149
Hipòtesi sobre la formació de la xarxa de drenatge	154
Bibliografia	156

**9. Caracterització morfomètrica del Migjorn de Menorca***Josep E. Pardo Pascual i M<sup>a</sup> Joaquina Porres de la Haza*

Introducció	157
Característiques hipsomètriques i clinomètriques generals del Migjorn	158
El sector occidental	159
El sector central	160
Efectivitat dels processos fluvials	161
Variacions morfomètriques dins la zona central	161
El sector oriental	163
Les alineacions sobre la plataforma miocènica	164
Bibliografia	168

**10. El rebliment holocènic dels barrancs del Migjorn***Joan J. Fornós i Francesca Segura*

Introducció	169
Els barrancs amb rebliment sedimentari	170
Geometria i fàcies dels rebliments sedimentaris holocènics	172
Evolució i significat ambiental i paleogeogràfic	174
Bibliografia	176

**11. El litoral i les cales***Vicenç M. Rosselló i Verger*

L'avançada del cap de Banyos	177
De Ciutadella al cap d'Artrutx	178
Del cap a la talaia d'Artrutx	181
Les belles cales altes	182
La depressió o <i>semigraben</i> de Binigaus-Son Bou	187
Ses Penyes i les cales meridionals	191
La costa més articulada de l'Aire	194
La costa de llevant	195
Classes de costa i models evolutius	197
Bibliografia	200

**12. Morfologia costanera i processos litorals. El paper de la fracturació i el carst***Joan J. Fornós*

Introducció	201
Els condicionants de base: litologia i fracturació	203
El macromodelat	204
El mesomodelat	208
El micromodelat	210
Bibliografia	212

**13. L'acció del vent: sistemes dunars actuals i eolianites***Jaume Servera i Jorge Riquelme*

Introducció	213
Dipòsits d'eolianites	216
Els sistemes platja-duna holocènics i actuals	223
Conclusions	231
Bibliografia	233



#### 14. Composició i textura del sediment de les platges del Migjorn

*Lluís Gómez-Pujol, Pau Balaguer, Jaume Mateu i Francesc X. Roig*

Introducció . . . . .	235
Esbòs fisiogràfic . . . . .	235
Mètode . . . . .	236
Textura del sediment de platja . . . . .	236
Composició del sediment de platja . . . . .	238
Contingut en carbonats . . . . .	239
Anàlisi i discussió . . . . .	240
Conclusions . . . . .	243
Bibliografia . . . . .	243

#### 15. Les microformes litorals del Migjorn

*Lluís Gómez-Pujol i Joan J. Fornós*

Introducció . . . . .	245
El <i>karren</i> litoral: les formes . . . . .	247
L'organització de les formes . . . . .	252
La distribució del <i>karren</i> litoral . . . . .	253
Discussió . . . . .	255
Conclusions . . . . .	256
Bibliografia . . . . .	257

#### 16. Caracterització del carst del Migjorn: la seva contribució al modelat del territori

*Joaquín Gimés i Joan J. Fornós*

Introducció . . . . .	259
Antecedents . . . . .	259
Les singularitats del modelat càrstic . . . . .	260
El paper dels condicionants geològics . . . . .	262
Les formes exocàrstiques . . . . .	264
La hidrologia subterrània i els processos espeleogenètics . . . . .	268
El Migjorn de Menorca: una cruïlla de modelats diversos . . . . .	272
Conclusions: les regions càrstiques de Menorca . . . . .	273
Bibliografia . . . . .	273

#### 17. El paisatge subterrani meridional de Menorca

*Miquel Trias*

Introducció . . . . .	275
Antecedents . . . . .	275
Les formes endocàrstiques . . . . .	276
Les cavitats dels extrems oriental i occidental . . . . .	277
L'espeleogènesi a les unitats superiors esculloses . . . . .	278
Les cavitats de la zona central . . . . .	282
L'espeleogènesi controlada pels barrancs . . . . .	288
Hipòtesis cronològiques . . . . .	289
Bibliografia . . . . .	290

#### 18. Els vertebrats terrestres fòssils del Migjorn

*Josep Quintana, Pere Bover i Josep A. Alcover*

Introducció . . . . .	291
Els jaciments i la fauna del Mio-Pliocè . . . . .	291

Els jaciments i la fauna del (Plio-)Quaternari	296
Bibliografia	301

## 19. Elements d'ecologia del paisatge de Menorca: una comparança de les comarques de Migjorn i Tramuntana

*Joan Ll. Pretus i Guillem Cbust*

Introducció	303
Ecologia del paisatge	303
Importància i mètodes d'estudi de l'escala regional	304
Usos i cobertes del sòl	305
El paper del relleu	307
Canvis en les cobertes del sòl entre 1984 i 2000	309
Perspectives en ecologia de la conservació de paisatges culturals	312
Bibliografia	314

## 20. Els ensenyaments fisiogràfics de la toponímia. Genèrics orogràfics del Migjorn

*Antoni Ordinas Garau*

Introducció	315
Genèrics oronímics de l'interior	317
Genèrics oronímics del litoral migjornenc	322
A manera de conclusió	325
Bibliografia	326

## 21. L'assentament humà des de la prehistòria fins al baix Imperi

*J. Simó Gornés, Joana M<sup>a</sup> Gual, Antoni López, Joan de Nicolás i Antoni Roca*

Introducció	327
Del poblament inicial a l'1100 ANE	327
Evolució cronocultural c. 2200-1100 ANE	330
Entre el 1100 i el 650 ANE	337
Entre el 650 i el 123 cal ANE	341
Època romana (100 cal ANE – 900 dC)	344
Bibliografia	349

## 22. Els assentaments andalusins al Migjorn

*Fèlix Retamero*

La colonització àrab i berber	351
La fixació i l'esvaïment dels espais irrigats	355
Els pagesos de fora dels barrancs	358
Bibliografia	360

## 23. La humanització de la Menorca de Migjorn

*Tomàs Vidal Bendito*

Introducció	361
El paisatge humà de Migjorn	363
Retrat d'un lloc de Migjorn: es Rafalet	365
Un paisatge de camps molt dividits: les tanques	369
El sistema agrari menorquí	371
El casat	375
Conclusions	377
Bibliografia	378

## ***Autors***

- Josep A. ALCOVER.** Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca (Balears) (E-mail: vieapba@clust.uib.es). Research Associate, Department of Mammalogy, American Museum of Natural History, Central Park West at 79<sup>th</sup> Street, New York (USA).
- Pau BALAGUER.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma (Illes Balears) (E-mail: vdctpbh4@uib.es).
- Alfredo BARÓN PÉRIZ.** Direcció General de Recursos Hídrics. Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear.
- Pere BOVER ARBÓS.** Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca (Balears) (E-mail: vieapba@clust.uib.es).
- David CARRERAS MARTÍ,** Doctor Llansó 61, 07740 Es Mercadal, Menorca (E-mail: smn.obsam@cime.es).
- Guillem CHUST.** Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (CNRS/UPS), 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse, França (E-mail: chust@cict.fr).
- Joan J. FORNÓS i ASTÓ.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km. 7,5. 07122 Palma de Mallorca (E-mail: joan.fornos@uib.es).
- Pere FRAGA I ARGUIMBAU,** Verge del Toro 14, 07750 Ferreries, Menorca (E-mail: pfa@infotelecom.es).
- Òscar GRACIA FEBRERO,** Son Cardona, Apartat de correus 42 , 07701 Maó, Menorca (E-mail: oscargfebrero@terra.es).
- Bernadí GELABERT.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca (E-mail: vdctbgf0@uib.es).
- Jordi GIMÉNEZ.** Direcció General de Recursos Hídrics. Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear (E-mail: jgimenez@dgrehid.caib.es).
- Joaquín GINÉS GRACIA.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca.
- Lluís GÓMEZ-PUJOL.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma (Illes Balears) (E-mail: vdctlgp4@clust.uib.es).
- J. Simó GORNÉS.** Departament d'Història i Teoria de les Arts. Universitat de les Illes Balears. Edifici Ramón Llull. Carretera de Valldemossa, km 7,5. Palma de Mallorca. (E-mail: Simon.gornes@uib.es.)
- Joana M. GUAL.** Servei de patrimoni històric del Consell Insular de Menorca. Plaça de la Biosfera 5. 07703 Maó (E-mail: jgc.patrimoni@cime.es).
- Agustí JANSÀ.** Centro Meteorológico en Illes Balears. Instituto Nacional de Meteorología. Palma de Mallorca.
- Antoni LÓPEZ.** Institut Menorquí d'Estudis. (E-mail: alopez@infotelecom.es).
- Cristòfol MASCARÓ SINTES.** GOB Menorca, Camí d'Es Castell 59, 07702 Maó, Menorca (E-mail: gminvestigacion@interbook.net).

- Jaume MATEU.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma (Illes Balears).
- Joan de NICOLÁS.** Institut Menorquí d'Estudis. (E-mail: joandenico@terra.es).
- Antoni OBRADOR.** Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona) (E-mail: Antoni.Obrador@uab.es).
- Antoni ORDINAS GARAU.** Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma (Illes Balears).
- Xec PALLICER ALLÉS,** Bisbe Sever 34, 07750 Ferreries, Menorca (E-mail: pallicerpons@terra.es).
- Jesús M. PALOMAR VÁZQUEZ,** Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria (Universitat Politècnica de València). 46071 València (E-mail: jpalomav@upvnet.es).
- Josep E. PARDO PASCUAL,** Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria (Universitat Politècnica de València). 46071 València (E-mail: jepardo@cgf.upv.es).
- Luis POMAR GOMÀ.** Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, 07122 Palma de Mallorca (E-mail: lpomar@uib.es).
- Martí PONS GOMILA,** Veterinaris Gomila 9 1er., 07740 Es Mercadal, Menorca (E-mail: catyimarti@infotelecom.es).
- M<sup>a</sup> Joaquina PORRES DE LA HAZA,** Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria (Universitat Politècnica de València). 46071 València (E-mail: mporres@cgf.upv.es).
- Joan LL. PRETUS.** Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Diagonal 645, 08028 Barcelona (E-mail: jpretus@ub.edu).
- Josep QUINTANA.** Carrer Gustau Mas, 79 1er. 07760 Ciutadella de Menorca.
- Fèlix RETAMERO.** Departament de Ciències de l'Antiguitat i l'Edad Mitjana. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona. (E-mail: Felix.Retamero@uab.es).
- Jorge RIQUELME.** Departament de Geografia. Universitat de València. Apartat de Correus 22060. 46080 València (E-mail: Jorge.Riquelme@uv.es).
- Antoni ROCA MARTÍNEZ.** Institut Menorquí d'Estudis. Cós de Gràcia, 166. 07702 Maó (Menorca) (E-mail: troca@silme.es.)
- Antoni RODRÍGUEZ PEREA.** Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, 07122 Palma de Mallorca (E-mail: arperea@uib.es).
- Francesc X. ROIG MUNAR.** Àrea de Medi Ambient. Consell Insular de Menorca. Camí d'Es Castell, 28. 07702 Maó (Illes Balears) (E-mail: xrm.mamb@cime.es).
- Vicenç M. ROSSELLÓ I VERGER.** Departament de Geografia. Universitat de València. Apartat de Correus 22060. 46080 València (E-mail: vicent.rossello@uv.es).
- Francesca SEGURA BELTRAN.** Departament de Geografia. Universitat de València. Apartat de Correus 22060. 46080 València (E-mail: Francisca.Segura@uv.es).
- Magda SEOANE BARBER,** Camí des Castell, 237, 07702, Maó, Menorca (E-mail: magdaseoane@telefonica.net).
- Jaume SERVERA.** Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, 07122 Palma de Mallorca (E-mail: vdctjsn0@uib.es).
- Miquel TRIAS GUSÓ.** Secció d'Espeleologia. Grup Excursionista de Mallorca.
- Miquel TRUYOL OLIVES,** M<sup>a</sup> Lluïsa Serra 83 1er 2<sup>a</sup>, 07703 Maó, Menorca (E-mail: miquel.truyol@terra.es).
- Tomàs VIDAL BENDITO.** Departament de Geografia Humana. Universitat de Barcelona. Baldiri Reixac 10-12. 08028 Barcelona (E-mail: tomasvidal@ub.edu).

# **HISTÒRIA NATURAL**

---

## **DEL MIGJORN DE MENORCA**

## Pròleg

*Ha estat fins ara un tòpic, considerar el Migjorn de Menorca com una plataforma monòtona, de relleu tabular i amb poc interès geològic o geomorfològic. Aquest volum ve a certificar la inexactitud d'aquest pensament. En efecte, les investigacions d'un grup nombrós de científics menorquins, mallorquins i valencians, acomboiats per la Universitat de les Illes Balears, han trencat aquest arrelat concepte. Les seves troballes, com el lector podrà comprovar en els articles que vénen a continuació, dibuixen un nou paisatge de les contrades meridionals de Menorca.*

*La geologia de Menorca ha estat sempre atractiva. És difícil trobar un territori equivalent, tant per la seva varietat com per la qualitat i interès dels seus afloraments. Tot i tractar-se de dimensions prou diferents, potser hauríem de referir-nos a la veïnada illa de Còrsega per a cercar-hi semblances. Tanmateix, el Migjorn menorquí sempre havia estat el germà pobre d'una geologia insular molt rica. La tesi doctoral d'Antoni Obrador el 1973, i el congrés de sedimentologia del 1983 a Maó, marquen un punt d'inflexió i enceten el coneixement geològic d'aquesta regió meridional.*

*Un segon punt d'inflexió es produeix quan en Vicenç M. Rosselló duu la seva inquietud científica al jove departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears. El seu neguit per la gènesi i evolució de les cales s'encomana als que enteníem, i encara entenem, els fenòmens geomorfològics de forma global, abordables tan sols des de la complementarietat de les diverses disciplines que analitzen la forma i l'evolució del nostre planeta. Les seves reflexions ens duen al Migjorn de Menorca. Aquesta zona és probablement un dels millors llocs per a documentar les relacions entre els torrents, el carst i l'erosió litoral, és a dir, per a establir el paper que cadascun d'aquests elements juguen a l'origen i l'evolució de les cales.*

*Però, és molt més que això. Els barrancs que travessen el Migjorn ens revelen tot un món amagat, ocult, no als ulls dels naturalistes menorquins que el coneixien bé, però sí als ulls de la geomorfologia, que hi troba respostes entenedores i encara més interrogants que, ben segur, ens permetran avançar en l'espiral del coneixement. Les cales ens descobriren el carst i aquest ens duu a les xarxes fluvials, potser relictcs, que en la seva relació amb els barrancs i la seva funcionalitat ens tornen a dur a les cales. Provant de tancar el cercle avancem, i el nostre coneixement s'eixampla assolint noves perspectives i admirant més el territori que intentem comprendre. Aquí rau l'interès i l'argamassa que lliga els diversos treballs que componen aquest volum.*

*Dues aportacions es refereixen al dipòsits miocènics que constitueixen el basament de la regió: la primera, d'Obrador i Pomar, descriu les unitats sedimentològiques que el componen i la seva interpretació, mentre que la segona, de Quintana, descriu el contingut fòssilífer de la unitat. Gelabert, Giménez i Barón ens expliquen la hidrologia subterrània del Migjorn, mentre dos treballs més, de Ginés i Fornós i de Trias, ens parlen del carst i del paisatge subterrani. Rosselló ens descriu el mapa geomorfològic i, com no podia ser d'altra forma, ens il·lustra sobre el litoral i les cales. També, i de forma complementària, Fornós ens proposa la seva visió de la geomorfologia litoral i del paper que hi juguen la fracturació i el carst. El grup d'investigadors de València, encapçalats per Francesca Segura i Josep E. Pardo, analitzen en diversos articles morfometria, reblliment i gènesi dels barrancs del Migjorn de Menorca, mentre el grup de científics mallorquins orienten els seus treballs al litoral. Dunes actuals i fòssils, platges i litorals rocosos són els subjectes de quatre articles que completen de forma quasi exhaustiva l'anàlisi geomorfològica proposada. Tan sols el traspàs de Maria Pilar Fumanal posa una nota de dol entre el magnífic grup d'investigadors responsables d'aquest també magnífic recull.*

*És ben segur que aquesta tasca no hauria arribat a bon port sense la feina d'en Joan J. Fornós, que juntament amb en Toni Obrador i en Vicenç M. Rosselló coordinen el llibre i aporten bona part dels articles que el conformen. Cal dir que el bessó geomorfològic ha estat molt ben acompanyat per tal d'assolir una visió naturalista més completa de la regió analitzada. Són notables les revisions del clima, de la flora i la fauna, de l'ecologia i el paisatge, i com a contrapunt de la visió naturalista, la consideració dels assentaments i de la història de l'ocupació humana del territori i fins i tot de la toponímia.*

*Finalment, ens hem de referir al suport econòmic de la Direcció General de Investigació del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que a través dels projectes MAR95-1825, PB98-0132 i BTE2002-04552-C03-02 han fet possible el finançament de les investigacions realitzades, així com a la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB), a l'Institut Menorquí d'Estudis (IME) i a la Fundació Sa Nostra la publicació de la present monografia.*

*En definitiva, una aportació cabdal, tant per al coneixement del Migjorn menorquí com per l'avanç en la comprensió dels processos morfogenètics que configuren els nostres paisatges litorals. A més, hem de felicitar-nos per les conseqüències que, sens dubte, la interpretació d'aquests processos aportarà a una millor gestió dels litorals de les Balears i, ben segur, a d'altres zones del nostre planeta.*

**ANTONI RODRÍGUEZ PEREA**

*Departament de Ciències de la Terra*  
UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

# HISTÒRIA NATURAL DEL MIGJORN DE MENORCA

---

El medi físic i l'influx humà

Joan J. Fornós  
Antoni Obrador  
Vicenç M. Rosselló  
(eds.)



# PEDRES I HOMES EN UNA ILLA PETITA: el medi físic i l'influx humà al Migjorn de Menorca

Vicenç M. Rosselló<sup>1</sup> i Joan J. Fornós<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departament de Geografia. Universitat de València

<sup>2</sup> Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears

## INTRODUCCIÓ

El naixement de les primeres civilitzacions occidentals va donar peu als antics grecs per a considerar la Mediterrània com a centre del món, un món misteriós i màgic del que calia explicar-ne l'origen i evolució. Terra d'erupcions volcàniques paoroses (Pompeia), de terratrèmols espectaculars (Izmit) o de ràpids enfonsaments (Creta), i això per a no parlar d'oscil·lacions del nivell de la mar com la relacionada amb el "diluvi universal" (Ryan i Pittman, 1999), donava lloc a grans especulacions i pors sobre una fatalitat que volia aturar la invocació dels déus. Fins ben entrat el segle XX, amb el progrés de les ciències geològiques i, en concret, amb el desenvolupament de la teoria global de la *tectònica de plaques*, no podem dir que hem començat a entendre els mecanismes i processos geològics que justifiquen la configuració actual de la Mediterrània.

L'estructura del petit oceà que és el *Mare Nostrum*, envoltat per tot d'àrees emergides continentals, permet considerar-lo, des d'un punt de vista geològic, com un laboratori natural que serveix per a estudiar els processos geodinàmics a la llum de les noves teories en les ciències de la terra (Krijgsman, 2002). Amb les illes, s'esdevé quelcom semblant quant a la biota i als processos culturals.

La complexitat estructural mediterrània, deguda a una tectònica activa, fruit de la col·lisió de dos supercontinents, Europa i Àfrica, dóna lloc a una sèrie de conques de tipus extensional que es desenvolupen entre cinturons de muntanyes, part del sistema orogènic alpí. Aquests orògens es van desenvolupar amb la convergència de les plaques europea i africana durant el Cretaci superior i Cenozoic. La part més occidental de la Mediterrània occidental, composta per un sistema de conques que inclouen el solc de València, la conca lígur-provençal i la conca d'Alboran (Fig. 1.1), començà la seva formació durant l'Oligocè, mentre que la conca algeriana es va obrir en el Miocè mitjà i la conca tirrènica, durant el Pliocè i Plistocè (Roca, 2002).

És al bell mig del referit trencaclosques, que es localitza aquesta illa petita a la que maldarem per dedicar, entre tots els autors d'aquest llibre, el nostre afany.

## EVOLUCIÓ GEODINÀMICA DE LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL

L'expansió de l'Atlàntic provoca l'acostament de plaques i la col·lisió de l'africana contra l'euroasiàtica, com també la subducció d'es-corça oceànica per davall del marge europeu. Aquesta convergència, que ha estat calculada

en uns 400-500 km a la zona occidental i uns 1.500 km a l'oriental (Krijnsman, 2002), va donar lloc al creixement del cinturó orogènic alpí i a la progressiva desaparició del Tetis, oceà primigeni que havia separat durant el Mesozoic les plaques euroasiàtica i africana. El tancament d'aquesta conca oceànica s'esdevé durant la fase orogènica denominada alpina (per la formació de la serralada dels Alps) des del Cretaci mitjà fins al Paleogen.

L'obertura del Mediterrani occidental va tenir lloc principalment en els darrers 30 Ma en dos ràpids episodis de migració de la subducció (digestió de l'escorça oceànica davall l'escorça continental de la placa euroasiàtica) cap a l'est que va consumir l'extensió més occidental del Tetis, creant les petites conques oceàniques que tenim avui en dia. En el primer episodi es va obrir la conca algeriano-provençal, com a resultat de l'extensió radial originada per la rotació de la placa subduent que va comportar l'arrossegament dels blocs de Còrsega i Sardenya, fent una rotació en sentit antihorari. En la segona etapa, des del Tortonà al Quaternari, domina la deformació de tipus extensional, més accentuada a l'est on es va obrir la conca tirrènica.

En conseqüència, l'estructura arquitectònica del Mediterrani occidental, on s'emmarca l'illa de Menorca, està dominada per una sèrie de falles extensives de tendència NE, però amb diferències significatives als marges. Així, el marge nord-occidental, que abraça des de la placa ibèrica fins al golf del Lleó, correspon a un marge passiu que alinea una sèrie de horsts i grabens de direcció NE, formats entre l'Oligocè i el Miocè inferior, i recoberts per un important gruix de sediments més recents que fossilitzen aquesta estructura extensional. Per contra, el marge sudoriental del Mediterrani occidental és molt més complex; hi entren els blocs de Còrsega-Sardenya i el promontori balear que estan separats per una fractura direccional (sense salt vertical) amb moviment dextre i direcció NW. Mentre que el desplaçament cap a l'est del bloc de Còrsega-Sardenya dona lloc a la conca lligur-provençal (Fig. 1.1), el marge de les Balears es va formar per la prolongació vers el NE del cinturó orogènic bètic (amb plecs i encavalcaments), desenvolupat després de l'estadi d'extensió (*rifting*) que va obrir el solc de València.



Fig. 1.1. Esquema geodinàmic de la Mediterrània occidental.

Aquest solc, en forma de V oberta cap al nord i amb una llargària de més de 400 km, limita pel NW el promontori (a l'extrem septentrional del promontori balear és situada Menorca), mentre que pel SE acaba en un escarpament molt marcat (Fig. 1.2), de probable origen tectònic, denominat Èmile Baudot (Acosta *et al.*, 2001). Des d'un punt de vista geomorfològic (Acosta *et al.*, 2002), dins del promontori s'hi diferencien dos grans blocs tectònics o unitats: el que formarien Menorca i Mallorca (les Gimnèsies) i l'altre, el que formen Eivissa i Formentera (les Pitiüses). Menorca i Mallorca comparteixen la mateixa plataforma continental relativament estreta, amb més pendent en la cara nord i molt més ampla i amb rostària suau en el vessant sud. Centrant-nos al cas de Menorca, la plataforma que l'envolta pel N i E és molt estreta (uns 10 km) amb un fort pendent ( $6^\circ$ ) i control estructural. Al seu marge s'encaixen nombrosos congosts probablement modelats durant la crisi messiniana (Hsü *et al.*, 1973) pel sobtat descens del nivell de base. Cap al SW la plataforma s'eixampla molt amb una profunditat

força constant que comparteix sense solució de continuïtat amb Mallorca (la fondària màxima entre illes és de devers 60 m). A la plataforma sud, més ampla (Fig. 1.2), hi ha un sistema complex de barres sotaiguades al voltant dels  $-70$  m i que semblen relacionar-se amb un nivell marí regressiu. Cal remarcar també, aproximadament a l'altura de Son Bou, la incisió d'un canyó submarí d'orientació N-S, que té la capçalera a uns 5 km de la costa i a  $-80$  m i davalla fins al peu del talús situat a uns 1.400 m i que duu associat un ventall turbidític que se perllonga fins a la plana abissal a uns 2.400 m (Fig. 1.2). Aquest canyó actua com a col·lector del sediment biogènic format a la plataforma, transportant-lo pendent avall (Maldonado i Stanley, 1979).

## L'EMPREMTA GEOLÒGICA

Tant als ulls d'un geòleg com d'un simple espectador del paisatge, l'illa de Menorca presenta dues parts molt diferenciades que a la vegada en condicionen la geomorfologia, les

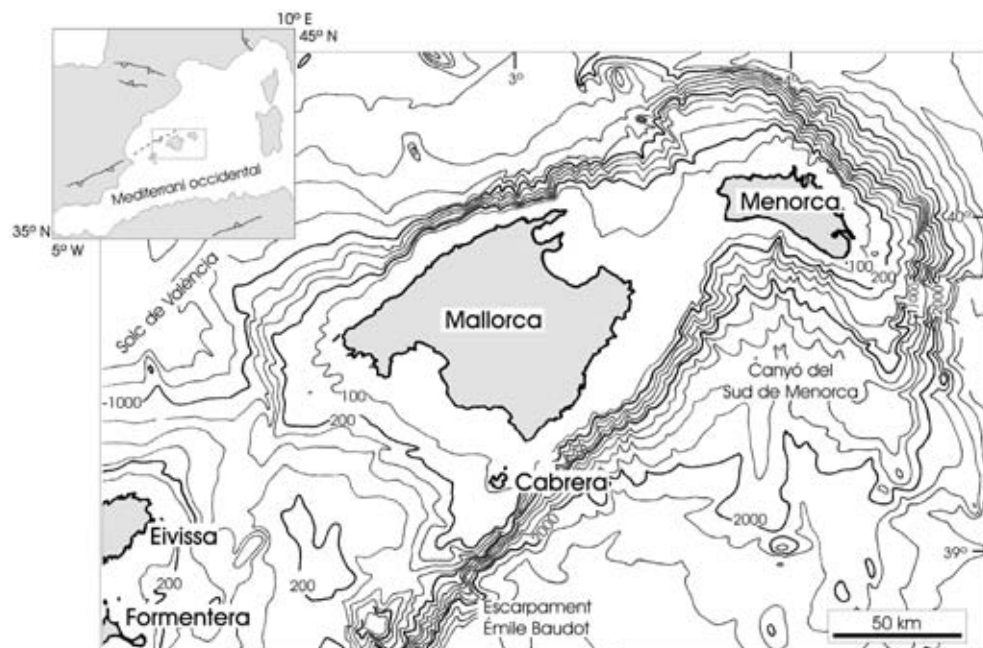


Fig. 1.2. Principals trets morfològics de la plataforma balear.

característiques físiques i, a la llarga, l'activitat humana. Aquesta empremta geològica inicial serà doncs un aspecte repetitiu en qualsevol anàlisi física, biològica i humana que fem a partir d'ara de l'illa.

Les dues parts mostren un contacte molt net que segueix una línia imaginària ESE-WNW, però que, a l'arribar al terme de Ciutadella, podríem dir que de forma enganyadora (ja que fins a la mateixa Ciutadella se segueix l'estructura), pren la direcció N cap a la cala Morell (Fig. 1.3). Aquesta línia justifica la separació i denominació d'aquestes parts: Tramuntana i Migjorn.

A la part septentrional (Tramuntana), molt variada, però de composició predominant silícica, hi afloren materials paleozoics, mesozoics i paleògens que han sofert una clara deformació per causa de l'orogènia alpina que es tradueix en falles, plects i encavalcaments. Per contra, la meridional (Migjorn), és geològicament molt uniforme ja que tan sols hi apareixen els materials calcarenítics postorogènics del Miocè en una disposició quasi tabular.

### Els materials que conformen l'illa i la seva edat

Encara que hi ha representació de la major part d'estrats geològics des del Paleozoic, la sèrie està un poc esbiaixada i té buits (Rosell i Llompart, 2002). De més a més, si a Tramuntana (Obrador, 1998) trobam materials amb edats compreses entre el Silurià (fa 420 milions d'anys) i l'Oligocè (fa 30 milions d'anys), al Migjorn tan sols hi és representat el Miocè (fa 10 milions d'anys).

Els materials més antics de l'illa corresponen al trànsit entre el Silurià i el Devonian (Obrador, 1979; Llompart *et al.*, 1979; Bourrouilh, 1983), uns escassos nivells de gresos bruns que intercalen nivells més fins i calcaris, amb graptòlits, coralls, braquiòpodes i crinoideus com a fòssils més representatius. En canvi, el dipòsits del Carbonífer tenen una ampla representació a Tramuntana (Fig. 1.3), amb un gruix que pot arribar a superar els 4.000 m. Estan deformats per l'orogènia hercíniana i amb un grau de metamorfisme molt

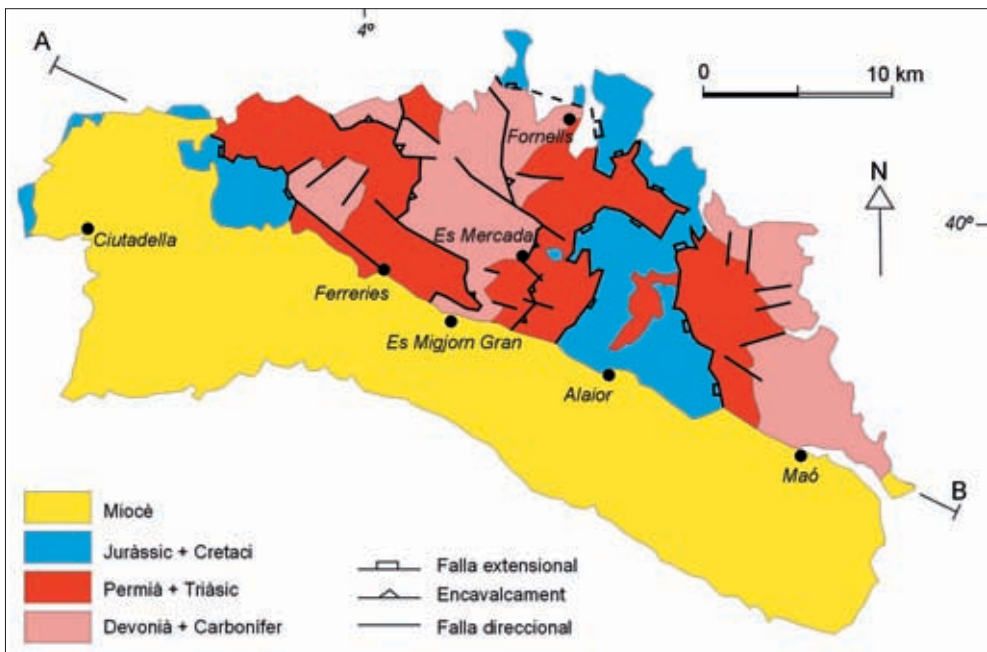


Fig. 1.3. Mapa geològic simplificat de l'illa de Menorca. (A-B secció de la Fig. 1.4).

baix, consisteixen en una alternança de gresos i microconglomerats intercalats dins d'una seqüència lutítica, que també inclou de manera més restringida nivells amb calcàries i roques volcàniques. Contenen poca fauna (trilòbits) i algunes restes vegetals dins d'una seqüència marina dipositada per corrents de terbolesa en un mar relativament profund i en una època de certa activitat tectònica.

El materials paleozoics posthercinians presenten continuïtat amb la base del Mesozoic, el Triàsic inferior. El denominat Permotrias té una ampla representació a Tramuntana (Fig. 1.3), i es caracteritza pel seu color vermell. Consisteix en dipòsits detrítics de conglomerats i gresos silícics alternants amb dipòsits més llimosos i argilosos d'origen fluvial que poden contenir restes de vertebrats terrestres. La seva gran variabilitat textural, a la vegada que la deformació alpina que els ha plegat i fallat, és l'origen de formes força cridaneres en el paisatge (*sa penya de s'Indi*). Aquesta sedimentació continental queda interrompuda al Triàsic mitjà amb la deposició de dolomies i calcàries (oolítiques i estromatolítiques) en una mar soma i que a l'actualitat formen bona part dels espadats de la muntanya del Toro. La sèrie triàsica acaba amb dipòsits de sedimentació costanera en clima àrid amb estanys salins i composta per margues amb guixos. La definitiva sedimentació marina, des del Juràssic, caracteritzarà els sediments alpins del Tetis. Així, durant aquest període, els sediments de Menorca corresponen a la plataforma que feia el marge nord-occidental d'aquell mar. Aquests sediments marins estan integrats per calcàries i dolomies amb fàcies de plataforma soma, amb presència d'estromatòlits i calcàries oolítiques i abundant fauna de foraminífers, crinoïdeus i braquiòpodes. La sedimentació marina presenta diverses interrupcions i discontinuïtats i segueix de forma similar durant el Cretaci, encara que amb fàcies més obertes. És més característica del Cretaci la presència de materials carbonatats més fins (margues) que inclouen fauna com belemnites, ammonites, equinoderms, mol·luscs, etc.

Com a la resta de l'àrea occidental mediterrània, manca a Menorca la representació de

la base del Terciari. Els primers dipòsits que es dipositen s'atribueixen al Miocè mitjà a causa d'un probable engruiximent de l'escorça continental que fa que l'àrea romangui emergida i sofreixi un important període d'erosió.

Finalment a la zona del Migjorn, hi trobam els materials miocènics. D'una composició molt uniforme, presenten una alternança de nivells amb gresos carbonatats (*calcarenites*) i nivells de gra més fi (*calcsiltites*) dipositats en un ambient de plataforma carbonatada amb poca influència continental i a la que poden diferenciar-se diverses unitats i subambients deposicionals (vegeu Obrador i Pomar en aquest mateix volum). Es disposen sempre en capes quasi planes amb una lleugera inclinació vers la mar. Els materials són molt fossilífers i caracteritzen, segons la unitat en què ens trobem, ambients de rampa (plataforma marina amb suau pendent constant) en què les algues vermelles són el component principal, o bé ambients escullosos als quals les bioconstruccions de coralls i tota la fauna associada creen cossos positius que duen associats talussos (que donen capes amb un pendent superior). La relació geomètrica entre les diverses unitats i les seves variacions texturals poden arribar a originar crestes o graons (alineacions més o menys paral·leles a la línia de la costa) en el paisatge.

D'una forma més testimonial, podem comentar la presència de dipòsits més recents, atribuïts al Quaternari, que de manera esporàdica trobam escampats per tota la zona costanera. Es tracta de gresos carbonatats que formen cossos lenticulars adossats al substrat i que corresponen en la seva major part a materials dipositats pel vent (eolianites i dunes).

## La disposició o estructura dels materials

Els materials geològics de Menorca (Fig. 1.4) s'estructuren durant l'orogènia alpina dins el dispositiu general de les Balears com a avançada NE de les serralades bètiques. La construcció tectònica s'inicia a les Balears a la fi del Cretaci i té el seu punt compressiu culminant en el Miocè mitjà. Aquesta estructuració com-

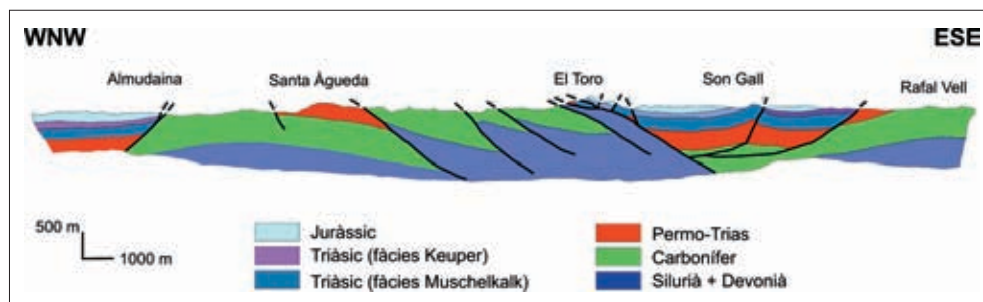


Fig. 1.4. Tall geològic simplificat de l'illa de Menorca. (Vegeu situació a la Fig. 1.3).

pressiva és contrarestada durant el Neogen amb una fase distensiva extensional.

A la zona de Tramuntana, l'estructuració alpina, que afecta el sòcol (Paleozoic) prèviament deformat per l'orogènia herciniana, deforma els materials des del Permotriàs fins al Cretaci. Es tradueix en un conjunt de falles direccionals de direcció WNW-ESE i un sistema d'encavalcaments i plecs (Fig. 1.4) que responen a un desplaçament amb vergència WNW (Roca, 1992) que té lloc entre l'Oligocè superior i el Miocè mitjà i que deforma falles extensives prèvies (Gelabert, 2003).

L'estructura general de la zona del Migjorn estaria constituïda per un anticlinal molt lax amb un eix de direcció NNE-SSW l'esquena del qual forma la part més elevada del Migjorn, i que coincideix amb una fractura extensiva (salt de Llucalari) que ha reviscolat com a inversa durant el Pliocè (Gelabert, 2003). Aquests materials estan afectats per dos sistemes de fractures extensives de direccions NW-SE i N-S (Bourrouilh, 1983 i Roca, 1992), de més a més d'un gran diaclasament, de direccions variables, relacionat amb l'anticlinal lax i la formació de l'actual línia de costa.

## CLIMA, HIDROLOGIA I LITORAL

Les limitacions biòtiques, com també la personalitat dels ecosistemes, no vénen només de la insularitat, sinó igualment del clima. Dir "temperat i d'estiu sec" –*mediterrani*– no és dir res de nou al cas de Menorca on cal afegir que la temperança marítima és el

factor màxim de suavització. El fred –quan en fa hi és molt intens– és conseqüència de les invasions d'aire polar i àrtic, coincidents amb la tramuntana. Mot fatídic, gairebé mític, perquè la fama n'excedeix els fets. Les tramuntanes, però, afecten també el Migjorn (Jansà, en aquest volum) i això és quelcom més que un joc de paraules: ho diuen ben clar els pins barraquers, els ullastres "abanderats" i les mates arrapades al terra. El vent, de més a més, en transportar sense obstacles l'aerosol salí, o sigui, l'aigua marina polvoritzada de l'onatge, afecta força la vegetació. La costa migjornenca, altrament, sovint és açoitada pel temporal de llebeig (SW) que penetra i regolfa a les cales. Algunes, n'han batejada com a *Malport...* Quin paper tenen les grans tempestats sobre el modelat litoral?

La percepció visual del paisatge menorquí del nord –què miram des del Toro?– dóna una nota de verdor superior a la realitat pluviomètrica, entre 450 i 650 mm anuals. Els darrers trenta anys, sembla que han davallat les mitjanes. Tot i que la torrencialitat és menor que a les pluges de les terres veïnes (Mallorca, Pitiüses, País Valencià; Jansà, en aquest volum), torrentades n'hi ha i hom comprova que són eficaces. L'evapotranspiració una mica més moderada no contrapesa una proporció abassegadora de sòls primis i rocam permeable: l'espectre d'una illa seca és present (Vidal, en aquest volum) i percebut palesament des de dins, fins i tot abans de les exigències hídriques de la cultura turística.

Sobta que hi hagi un *riu* (a cala Galdana), que molts barrancs conservin tolls

tot l'any i, fins i tot, que la seva evacuació sigui difícil. Sovint es tracta de l'afiorament d'un freàtic tallat per l'embotiment dels torrents i canals, però no podem oblidar que hi ha una doble aportació hidràulica, la de la plataforma carbonàtica porosa i la del personalíssim solc de la Mitjania, un matís de la qual cal remarcar: és l'àrea més pluviosa de Menorca.

Hidrologia no es pot deslligar de carst, és a dir, dissolució del calcari i circulació hipogea. Repercuteix al relleu amb depressions tancades i semitanques (*comes*), valls mortes o cegues (*canalons*), canyons i tantes menes de barrancs. Els cursos acaben sovint en el litoral més personalitzat i evocador, el de les cales on interfereixen tota classe de fenòmens tectònics, càrstics, fluvials i d'erosió marina. Els *clots* i les *olles* –col·lapses, al cap i a la fi– ens han il·luminat molt en les nostres hipòtesis.

## HOMES I PEDRES

Les illes, que en l'aspecte físic són continents en miniatura, assolibles, comprensibles, han estat presentades també com a “laboratoris per a l'estudi dels processos culturals” (Evans, 1978), no només per llur assequibilitat d'escala, sinó també per la polarització dels factors que hi intervenen. Hi observam sovint l'esgotament de les potencialitats del medi per part del grup humà ocupant, fet que pot repercutir en l'extinció d'espècies. Els biogeògrafs, preocupats per la flora i la fauna, s'han interessat pels endemismes, relativament abundosos, quan no provocats per l'aïllament. Per altra banda no s'han dedicat gaire a l'estudi del sòl o de les geoformes. A la “Nova Arqueologia” cada sistema cultural –on intervenen tecnologia, sociologia i ideologia– té per funció propiciar la interacció home-medi, cosa que maldarem per veure des d'una perspectiva geogràfica i, fins i tot, geomorfològica, a la qual es presta la nostra illa. Menorca, dins el panorama mediterrani, és una de les illes menys congestionades i “tal vegada l'última terra poblada” del seu àmbit (Vidal, 2001). És una circumstància que n'accentua l'interès.

## UNA ILLA PETITA I “INVISIBLE”

L'illa menor' de les Balears a penes arriba als 700 km<sup>2</sup>, però ofereix més matisos que els que sol captar el visitant apressat o la rutina llibresca. En unes dimensions màximes de 50 x 15 km tenim la paradoxa d'una illa plana molt accidentada (només té un vèrtex de 360 m s.n.m.) que, en canvi, té poques superfícies amb una continuïtat superior als pocs quilòmetres. Contra allò que esperaríem, la plataforma que integra la meitat meridional –el nostre objectiu– és menys transitable que la part septentrional, més tectonitzada. La divisió tradicional entre Tramuntana i Migjorn és absolutament determinista i el seu límit el marca la falla axial que recorre l'illa des del N de Ciutadella fins al port de Maó. El rocam paleozoic i cenozoic del nord ha estat afectat per les orogènies hercínica i alpina donant lloc a un trencaclosques de blocs.

La zona de Migjorn, en canvi, es mostra a grans trets com una àrea planera, lleugerament inclinada cap al sud, la característica més cridanera de la qual són els impressionants barrancs que la fendeixen amb una direcció meridiana als col·lectors, però molt variable als afluents poc funcionals (Fig. 1.5). Els materials són calcàries i calcarenites blanquinoses del Miocè superior, és a dir, postorogèniques. Es tracta de potents dipòsits marins de plataforma, afectats per bombaments o guerxaments, basculaments i fractures, com també per una intensa carstificació.

Sense la nitidesa de contrastos geològics o estratigràfics entre Tramuntana i Migjorn, hom pot parlar de la Mitjania. És un rosari de depressions alineades al mateix contacte de les dues grans zones, que tenen un drenatge problemàtic, sotmès a les captures dels sistemes meridionals. L'home hi ha hagut d'intervenir per a facilitar-ne la correntia, a expenses de les conques de Tramuntana, sempre menys extenses del que tocaria a llur substrat –de vegades impermeable– i a llur definició tectònica. Mitjania es configura com un autèntic reservori d'aigua que nodreix alguns cursos no tan efímers que s'adrecen cap al sud i ajuda a explicar el modelat càrstic superficial i subterrani.



Fig. 1.5. El Migjorn desfà la seva monotonia estructural amb el guerxament que n'alça el sector central i força l'encaixament dels barrancs com el de Cala en Porter.

El carst afecta especialment la zona de Migjorn. De més a més de coves freqüents “aprofitables”, sobretot als penya-segats marins i als canyons fluvials, com també en determinats relleixos que recorren concèntricament la plataforma carbonàtica finimiocènica, cal comptar amb les clotades superficials. Grans depresions i dolines es troben en espais més arreics que endorreics. Abunden, altrament, una mena de semidolines que coincideixen amb la capçalera de molts barrancs de primer ordre, però sembla també que determinades formes d'enfonsament han marcat els trams –més tost finals– dels barrancs encanyonats. Parlar aquí de canyons càrstics és, per ventura, una redundància, però cal evocar-los en relació a les cales (Rosselló *et al.*, 2002) la gènesi de les quals hi està directament implicada.

Dos o tres ports naturals i nombroses cales accessibles a la navegació són elements transcendents per al poblament o la colonització. Els canvis de nivell marí eustàtics hi pesaren molt, abans de l'ocupació humana; després, en l'Holocè-actual (els darrers tres o quatre mil·lennis), no han influït en l'accessibilitat; algun matis de rebliment i prou. La xarxa de drenatge, el nivell de base càrstic, l'evolució litoral havien evolucionat abans.

El clima actual de Menorca, situada a la ben temperada latitud de 40° N, és una mica menys àrid que el de la resta d'illes de l'arxipèlag balearo-pitiús, però no en desmenteix la condició mediterrània d'estius acusadament eixuts i bonança tèrmica hivernal. Fins i tot la fama d'illa ventosa, ha estat un poc exagerada: les estadístiques la desmenteixen. Ara, una



perspectiva més llarga, sense sortir de l'Holocè, pot matisar el quadre. La precipitació màxima s'hauria enregistrat devers 8500 BP, en començar el període boreal (Burjachs i Riera, 1996), quan predominaven *Buxus* i *Corilus*, amb presència important de *Juniperus* (Pérez Obiol *et al.*, 2000). Aleshores comença un cicle àrid amb pulsacions, però sempre menys humit que l'anterior. Entre 6000 i 5000 BP apareix *Olea* i alguns taxons com *Plantago*, *Polygonum* i *Asphodelus* que suggereixen qualche desequilibri ¿antròpic? en període atlàntic. Vers 4000-3000 BP (subboreal) ja no podem dubtar de la intromissió antròpica: el sondeig del barranc d'Algendar mostra *Quercus*, el de cala en Porter, *Pistacia* i el de Son Bou, *Cerealia*. Comptat i debatut, Menorca degué ser *de facto* més àrida que allò que correspon al balanç pluviomètric, a causa de la infiltració accentuada (al Migjorn, sobretot) i al vent (evaporació, fogony), cosa que repercutiria a la vegetació potencial (Pérez Obiol *et al.*, 2000).

Si una illa és “un complex d'ecosistemes de poca extensió espacial el flux genètic o colonitzador dels quals és escàs” (Margalef, 1961), podem inferir que la dependència climàtica pot ser encara més exigent per a la flora i la fauna, sempre més pobres que en un medi continental comparable. Els homes tampoc no escaparan d'aquests condicionaments.

P. Deffontaines (1958) va qualificar la Mediterrània occidental com a “mar sense illes” –comparada amb l'oriental– i va afegir encara que “les illes són molt insulars” en una redundància no exempta de sentit. L'aïllament no només prové de la distància, des de terra ferma o des d'altres illes, sinó de l'accessibilitat i la visibilitat. La “centralitat” a la Mediterrània occidental, propugnada per un climatòleg (Jansà, 1979), guanya punts des d'un angle psicològic o afectiu. Malgrat que sigui accessible, l'illa aplanada *no es veu* a més de 60 km (o 33 milles, distància de Ciutadella a Alcúdia). Menorca, de fet, només és visible des de Mallorca i, per això, la seva centralitat geogràfica roman subordinada a l'illa major i el poblament és molt probable que n'hagi depès. Les *visites* o invasions anteriors al seu poblament definitiu, podien provenir d'altres indrets?

Òbviament, sí, però el doblet *Maiorica-Minorica* dels clàssics que hi posaren els balears no és un capritx filològic.

Aquesta illa petita, mala de topar o trobar, estigué poblada des de final del tercer mil·lenni abans de Crist. Assagem de veure quines repercussions tingué el fet en el paisatge geomòrfic.

## EL PRIMER POBLAMENT I ELS SUCCESSIUS

D'antuvi hem propugnat que el poblament de Menorca no fou primerenc. Hi ha indicis paleopalínològics que suggereixen l'absència humana de l'illa durant el IV mil·lenni (López, 2000). Els primers colonitzadors no s'han pogut acreditar fins a un període comprès entre ca 3000 i ca 1930 cal BC (Alcover *et al.*, 2001). En aquesta argumentació hi ha comptat molt –tant en pro com en contra– el *Myotragus balearicus* (Fig. 1.6).

Aquest endemisme insular, desaparegut de Menorca entre el 3970 i ca. 1930 cal BC (Quintana *et al.*, 2003), era el càprid més estrany dels coneguts i el bòvid més petit que ha existit –gairebé una “quimera”! Tenia dents de creixement continu, com els rosegadors; una altra raresa, la presentava a les articulacions no aptes per al salt ni la cursa. Més aviat sembla que l'animal caminava feixuc, de mode que els humans acabats d'arribar a les illes el degueren aglapir molt fàcilment. Les dites característiques n'han estimulat l'estudi filogenètic, però pel que sembla, els gens no es mostren gaire cooperatius (Lalueza, 2001). El gènere bòvid *Myotragus*, relíquia messiniana de quan les Balears eren un promontori de l'actual promontori peninsular, ha deixat, no solament gran quantitat de restes òssies, sinó també nombroses empremtes –icnites– a l'eolianita insular (Fornós *et al.*, 2002). Per una altra banda, va arribar a ser presentat com un animal domesticat, amb ramaderia implícita (Alcover, 1981; Waldren, 1982). Els jaciments mallorquins de Son Matge i Canet, mal gestionats i interpretats pitjor, contribuïren a aquesta fantasia, avui rebutjada (Ramis i Bover, 2001). La suposada convivència entre home i ramat havia servit per avançar la cronologia de l'ocupació antròpica. Tothom va caure

al parany dels set o vuit mil·lennis que equiparaven les nostres amb les grans illes com Còrsega i Sardenya (Lewthwaite, 1983). Un país d'executòria llarga és més país!

Per al cas de Menorca, el jaciment de la cova Murada, situada al coster dret del barranc d'Algendar, a uns 80 m d'altària, correspon a un conducte hipogeu de drenatge de la superfície càrstica superior (Mir, 1975). Els ossos de *Myotragus* que conté foren aportats per aus rapinyaires i no valen com a testimoni de la presència humana. Més encara, a llarg termini no és viable la coexistència del *Myotragus* amb l'home en una illa de 700 km<sup>2</sup>. Els poc gràcils rupicaprins degueren ser esvaïts com a molt al cap d'un segle o d'un segle i mig, d'acord amb les pautes habituals de capteniment humà (Alcover *et al.*, 2001). A Mallorca desaparegueren després del 3700 cal BC.

Al jaciment de Biniai Nou (Maó), excavat per Ll. Plantalamor (1997), s'han trobat ossos humans amb la datació sòlida més antiga de presència humana a l'illa (2290-2030 BC 2σ).

Extremant les precaucions cronomètriques, si aquells humans menjaven peix –cosa prou possible–, les datacions reculen a 1970 o 1930 cal BC (Alcover *et al.*, 2001). Els menorquins no són tan antics com creïem fins fa poc.

*Talaiòtic* ha servit d'etiqueta als arqueòlegs i historiadors culturals per a designar un estil constructiu (de vegades “ciclopi”) i una època, la més antiga de l'illa. Els límits del període es troben entre el desembarc dels primers colonitzadors (entre c. 3000 i 1900 cal BC) i 123 aC, data de l'ocupació romana. És a dir, la meitat o més de la “història” de l'illa. Els investigadors de la darrera onada (Gornés i Gual, 2000) han maldat per matisar la cronologia introduint el “pretalaiòtic”, el monument més característic del qual és la *naveta*, sense excloure assentaments que no en tenen. Hi criden particularment l'atenció els nombrosos hipogeus, fàcils d'obrir a las passades blanques del rocam interestratificat, als penya-segats i/o desnivells escalonats. Els hipogeus solen trobar-se més prop dels assentaments que no les navetes.

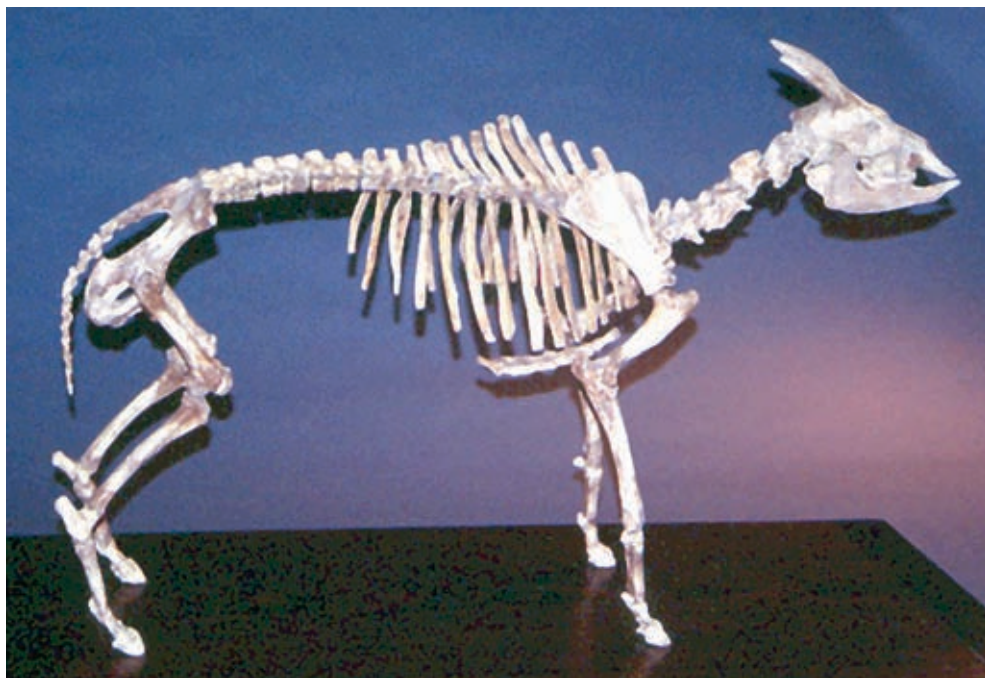


Fig. 1.6. Esquelet de *Myotragus balearicus*, petit càprid poc apte per a botar i córrer: acabà prest, com a víctima dels ocupadors humans de l'illa. (Foto de Pere Bover).



Fig. 1.7. Reconstrucció hipotètica de la basílica paleocristiana de Son Bou, segons G. Alomar (1979) i estat actual de la mateixa.

Entre 1400 i 1100 cal ANE (aC) hom passa de pretalaiòtic a “talaiòtic” s.s. Els autors es demanen si es tracta d’una rònega transició o d’una invasió. Sembla, això sí, deduir-se una major pressió demogràfica i un inici de concentració (Gornés i Gual, 2002). Les *taules* evocuen Malta (Plantalamor, 1991), un paisatge anàleg genèticament i litològica. Els santuaris hi devien ser centres de poder. L’esmentat subperíode implica l’adopció cerealística, deduïda dels nombrosos *molons* trobats; no manca qui admet el possible ús de l’arada. Al “Talaiòtic II” de Plantalamor (1997), que abasta de 1000 a 700 aC, destaquen els recintes murats i un cert “urbanisme” al “Talaiòtic III” (700-350 aC).

S’han censat a Menorca 274 talaiots (aïllats o formant part de conjunts, no sempre sincrònics), però la gran majoria pertanyen al Migjorn, desequilibri que hom ha atribuït a millors condicions de salubritat. Hi ha pocs conjunts excavats, només cinc, pel que sembla. En determinats casos diversos poblats o monuments ocupen la mateixa isohipsa, com si volguessin aprofitar el desnivell per a mantenir el domini visual, cosa que, al cap i a la fi, han seguit fent, 15 o 20 segles després, els casals de llocs i estàncies. Es tractava de seguretat o de control del bestiar? No és trivial que mants talaiots hagin servit d’emplaçament de vèrtexs geodèsics.

La pressió demogràfica d’uns quants milers de pobladors –cinc o, com a molt, deu– no pot avaluar-se amb criteris actuals, ni tan

sols amb els d’una agricultura pretènica. És clar que eren molts per a la capacitat productora de l’illa que degué patir crisis alternants. Sabem ben poca cosa, per a no dir no res, de la presència púnica els segles IV i III aC, probablement només comercial, tot i que qualcú atribueixi a *Magona* (ara Maó) un ètim fenici.

L’any 123 aC arriben els romans, que desenvolupen o hereten un poblament bipolaritzat, proverbial a la successiva història de Menorca. *Iamona* i *Magona* –noms semítics?–, és a dir, Ciutadella i Maó, representen des d’aleshores els pols de residència urbana i els centres de poder, cosa que no exclou mai un abundós hàbitat dispers i intercalar. Totes dues “ciutats” fruïen de bona condició portuària, però a Tramuntana tenim testimoni d’instal·lacions romanes a Sanitja, *Sanicera*, en aquell temps, anotada com a *ciuitas* per Plini (*Nat. Hist.*, III 77).

Al llarg dels “segles obscurs” brillen amb una llüïssor esporàdica els textos molt ben estudiats fa poc (Amengual, 1998) del bisbe Sever de *Iamona* i de Consenci, un aprenent de teòleg que es retira a les “illes de la soledat” i des d’allí manté correspondència amb el bisbe nord-africà Agustí d’Hipona, durant el segle V. Gràcies a aquells dos personatges sabem de la presència d’una comunitat jueva a *Magona*, de fugitius de la persecució visigòtica a la península. La lletra circular de Sever (418 –ap. Amengual, 1991) és precisament un al·legat antijudaic, però revela un coneixement exacte de l’illa, la dimensió axial

de la qual xifra en 30.000 *passus* (o siguin 44,4 km),<sup>1</sup> distància entre les dues poblacions, que realment és de 43,8 km. Una substanciosa cita d'aquesta carta (32, II, 15) paga la pena de reproduir-la:

*“In hac itaque insula, quae omnium terrarum paruitate, ariditate, asperitate, postrema est, duo parua oppida a poenis [...] fundata sunt: Iamona ad occasum, Magona ad orientem spectat”.*

No és un manifest derrotista. La modèstia retòrica no dissimula el coneixement perfecte de la diòcesi on el poder eclesiàstic gosava contradir el civil i hom constata un estatus o una població superior a les capacitats de “la més petita de les illes, l'última per la seva aridesa i aspror”. Recalcam dos termes fisiogràfics: l'aridesa i el caràcter accidentat, dels quals el bisbe era conscient. Responia a una crisi? Potser, sí.

Un altre detall de la fi de la història antiga demana comentari. És la presència de dues basíliques “paleocristianes” en ubicacions, si més no, estranyes. Una a l'illa del Rei, enfront de Maó –*Magona* o *Mago* ja existia; al temple, calia anar-hi en barca. L'altra basílica més pregonada i estudiada, la de Son Bou (Fig. 1.7) està ara a pocs metres de la costa i fins i tot exposada als grans temporals. Quan l'alçaren, el segle V, estava ran de l'aigua i molt prop de la maresma? O el *Prat* era un port? Fos el que fos aleshores, a l'entorn no hi ha rastre d'hàbitat concentrat; hom ha suggerit que els feligresos serien els troglodites... Hi ha d'altres basíliques excavades a Cap des Port de Fornells (segle V) i a Fornàs (segles V-VI), a part de restes no estudiades sistemàticament a l'illa d'en Colom, s'Almudaina i a Canessia (Amengual, 1991).

D'altres dos detalls romans, a banda

molts casos de captació d'aigua superficial, són una font de cala Figuera i d'altres surgències semblants al contacte entre les marges i els calcaris de la plataforma i el curiosíssim pou de na Patarrà (Fig. 1.8), reexcavat i “netejat” fa devers quaranta anys. Prop del conjunt de Torralba d'en Salort, es tracta d'un pou no vertical de disposició cònica i 48 m de fondària, accessible per una escala esculpida a la roca, aprofitant una diàclasi o un avenc. Una altre pou semblant, es troba a cales Coves. Si és certa la troballa de ceràmica romana a na Patarrà, seria suggerent un nivell piezomètric més elevat en aquella època.

Vàndals i bizantins varen mantenir una continuïtat poblacional de nucli doble i hàbitat dispers al que responen les basíliques. Els primers, desembarcats el 455, conservaren llur domini fins al 524 que foren suplantats pels bizantins que conquistaren l'illa des de Cartago.

Les illes, com més anava més *aïllades* i oblidades, sofreixen ràtzies fins a la conquesta musulmana de Ísam al-Khawlānī, l'any 903. S'obre un fosc interval en què la pressió demogràfica degué ser baixa. Els únics indicis d'activitat agrària segurs es concreten en assentaments andalusins dels barrancs dotats de regadiu, com els d'Algendar i Trebalúger, com també de *canalons* i plans on podien funcionar sínies (Retamero, en aquest volum). Les àrees de residència –nuclis urbans, a banda– no se n'allunyaven gaire.

De l'època medieval, no ens referirem més que als ports que implicaven una certa obertura a l'exterior. Ciutadella, Fornells i Maó figuren als rotors o portolans escrits dels segles XIII i XIV, més aviat com a referències; en canvi, la gran cartografia compta ja amb les illes com a emissores/receptores i com a plataformes d'intercanvi (Rosselló, 2002). Els topònims menorquins consignats a les cartes de navegar són Ciutadella, Maó, port de Fornells, port d'Addaia, port de Sanitja i, de vegades, cap de Banyols i illa de l'Aire. Cal senyalar una certa preferència medieval pels portets del nord mentre que una de les cales meridionals més capaç ha heretat el topònim de Malport. Genovesos i venecians s'estima-

<sup>1</sup> Mil anys després, Jeroni Munyós (1<sup>a</sup> meitat del segle XVI), astrònom i matemàtic, no filava tan prim: “[*Minorica*] Pingitur in chartis nauticis 50 m.p. lata, ubi latissima est, 20 m.p. Plinius uero eius longitudinem dicit esse 60 m.p., circuitum 150 m.p.” (Descripció d'Espanya, f. 107 v).

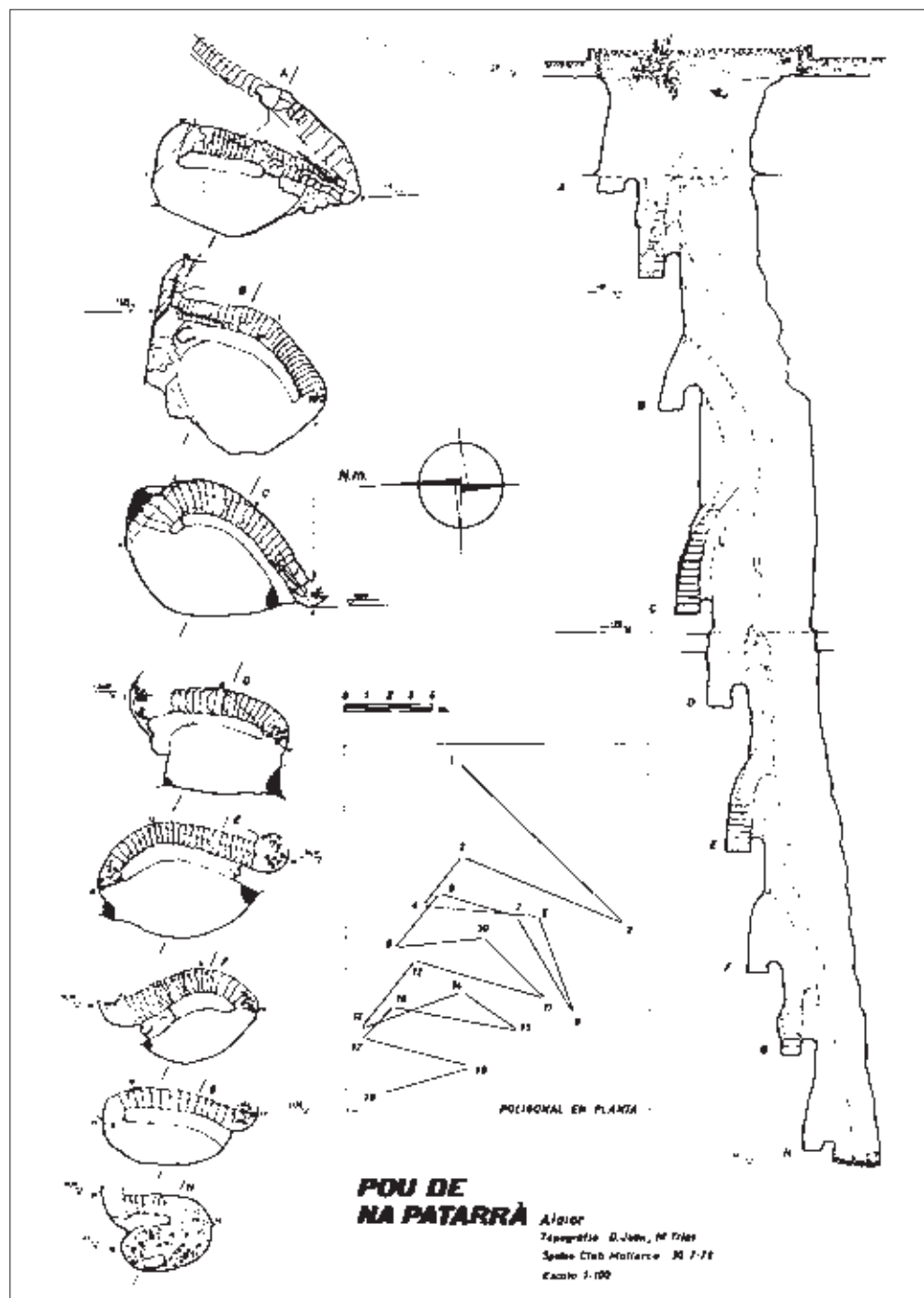


Fig. 1.8. Pou de na Patarrà, vora el complex arqueològic de Torralba d'en Salort. Aprofita una diàclasi per a recollir l'aigua a mà a devers 48 m de fondària. (Trias, 1980).

ven més passar pel nord. Els primers, sabem que el 1146 organitzaren una fugaç intervenció que Abulafia (1996) qualifica d'“algarada”. La presa de Menorca per Alfons III el 1287, si ens fiam de R. Muntaner, hauria implicat l'esclavatge de 40.000 “moros” (?). Que tingué efectes negatius al poblament, almenys immediats, és indiscutible. De tota manera, el 1300, es planificava Alaïor.

El portolà venecià de Rizo (1490 –ap. Kretschmer, 1909) dóna unes substancioses notícies:

*“93. Menoricha e ixola bona e fructifera marchandantesca ed e ben habitata e dal chauo de ponente sie vna bona cita, la qual se chiama ciudatella et a vn bon porto ma picolo...”*

Encara que parli de *Maon*, *fonolli* (Fornells) i *siuenza* (Sanitja?) com a ports, sembla atorgar més paper al petit port de Ciutadella, que dominava la major part de Migjorn com a *binterland*. Convé, de més a més, remarcar dos o tres detalls. El document descriu l'illa com a fèrtil (mil anys després que Sever la consideràs àrida) i mercantil (n'era ja la clau, el comerç?) i, ensem, ben poblada. Caldria deduir-ne almenys una fase optimista del poblament. Per altra banda, com ha observat Casasnovas (2002), la mercaderia va exercir un paper cabdal a l'economia menorquina medieval i moderna, a base de productes ramaders d'anomenada (llana, formatge, bestiar) la sortida principal dels quals fins a 1650 va ser el port de Ciutadella.

El segle XVI és malastruc per a les illes Balears on el perill piràtic és més que una obsessió materialitzada en les torres de guaita. Entre 1509 en què és atacada Cabrera i el 1578 en què pateix Andratx, Menorca rep dos cops molt forts. El 1535 Barba-rossa saqueja Maó i la monarquia hispànica, capficada als afers dels Països Baixos, se'n despreocupa. Fins al 1555 no enllestirà J.B<sup>a</sup>. Calvi el castell de Sant Felip, però el 1558 Mustafà Piali se'n duu de Ciutadella 3.099 captius cap a Istanbul. N'ha romàs el gran clisé de “sa Desgràcia”. El senyor rei, dotze anys després,

dóna ordre d'abandonar Menorca, a causa de la seva “fragilíssima situació”. Sembla que l'estol de vaixells armats de la nostra Universitat, en ser molt més modest que els de les Generalitats catalana i valenciana, no eren prou per a fer front als atacs que es desviaven cap a les illes... Fet i fet, però, els mallorquins contribuïren a repoblar Menorca (Garcia, 2003).

Els menorquins presumeixen discretament i no sense motiu d'un alt nivell de vida. Josep Pla deia que no hi havia enlloc (*aumon*) tanta proporció de felicitat... Abans d'entrar –perillosament, al meu parer– a la voràgine turisticoespeculativa, visqueren dos segles almenys d'àurea mediocritat, mantenint una població gairebé estable amb la vàlvula de l'emigració i el motor d'una activitat econòmica relativament diversificada. L'“*auri sacra fames*” mai no s'havia encomanat als menorquins, a diferència dels altres illencs. Aquesta actitud es traduïa en un vertader equilibri ecològic: natura/conreu/ramaderia/poblament. Sense cap mena d'excessos.

Avui, l'illa de Menorca, després de dècades d'estabilitat demogràfica, ha crescut fins a 70.000 habitants, que corresponen a una densitat de 100 h/km<sup>2</sup>, quan la mitjana de les illes mediterrànies només és lleugerament superior. Exceptuada la monstruosa concentració de l'illa-estat de Malta (1.160 h/km<sup>2</sup>), la densitat més alta l'acusa Sicília (200 h/km<sup>2</sup>) i la més baixa Còrsega (29). La majoria d'illes petites de l'Arxipèlag grec no arriben a 60 i la veïna Mallorca es queda en 165. Voldrà “balearitzar-se” l'illa menor?

“Els estudis comparats han suggerit que totes les civilitzacions desenvolupades que han adoptat estratègies d'intensificació foren metaestables i llurs trajectòries de creixement poden interpretar-se com a extractores accelerades d'energia a les quals, tant l'ecosistema, com l'estructura socioeconòmica, van ser tensiònats al màxim, amb una productivitat declinant” (Butzer, 1982).

*Mutatis mutandis*, pot haver esdevingut en diversos cicles del paisatge de Menorca.

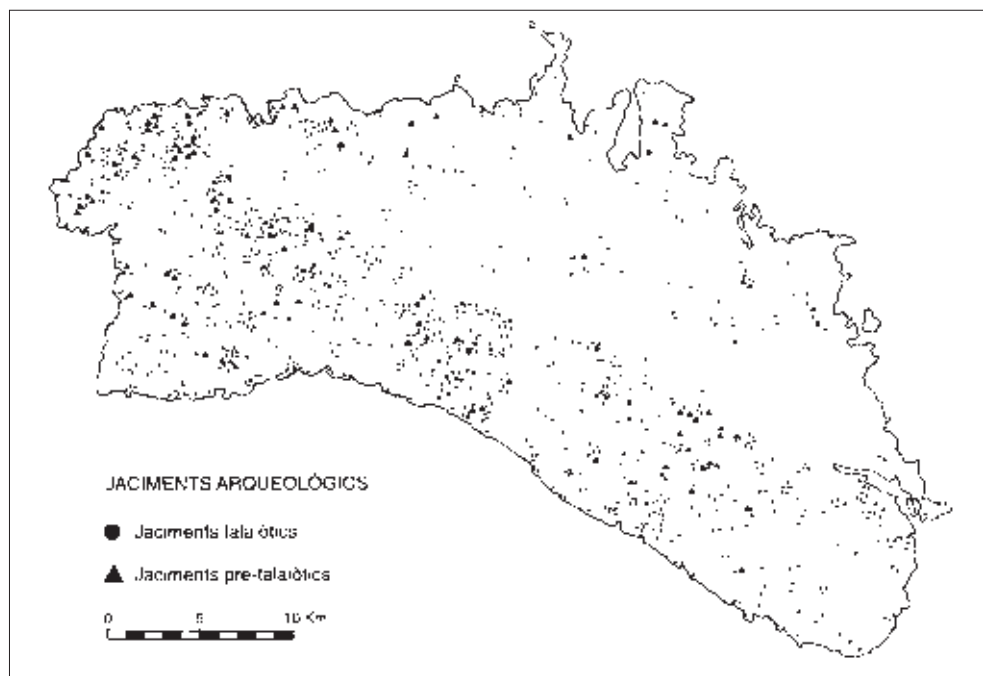


Fig. 1.9. Distribució dels jaciments pretalaiòtics i talaiòtics de Menorca, que mostra una clara preferència per la zona de Migjorn. (Rita, M.C., *Menorca, reserva de la biosfera*).

### CAMPS TANCATS I MURS DE PEDRA (SECA). ROTURACIÓ

Un sòl no gaire agraït ha arribat a ser aprofitat *ad unguem* en un medi natural i social àvid de terra. Nogensmenys, l'ocupació real prehistòrica i històrica sembla condicionada pel factor hídric, especialment, i en sentit restrictiu, pel seu excés. El Migjorn, més eixut per raons hidrològiques, litològiques, pedològiques i fins i tot climàtiques, va ser preferit pels pretalaiòtics peoners. El 70 % dels assentaments pretalaiòtics i talaiòtics s'escampen sobre la plataforma carbonàtica miocènica (Fig. 1.9), encara que amb menor presència a zones actualment molt parcel·lades com els encontorns de Ciutadella, Maó i Alaior.

A l'època del poblament inicial i a la contemporània, altre cop, l'illa *vol* mirar vers el migjorn, com si se n'estimàs més el paisatge i el clima. Aquest fenomen repercuteix en una major antropització, és a dir, destrucció i gene-

ració de geoformes, atenuació de desnivells, creació o transport de sòl, obstacles o estímuls per al drenatge, etc. La consideració climàtica –si fa no fa, un sentiment– té que veure amb la percepció popular del vent: la ingrata tramuntana de la Menorca septentrional esdevé fogony –vent lleugerament catabàtic– dessecant al Migjorn, així més habitable...

D'aigua, però, n'hi ha fretura. Les fontelles de les cales meridionals i les vuit del port de Maó han assegurat secularment l'aiguada dels vaixells.<sup>2</sup> Els horts amargenats del fons dels barrancs han exigít sovint la canalització, sobretot als freqüents trams de molt escassa rostària. D'altre costat, trobam a la Mitjania –l'àrea més humida– molts canals absolutament artificials, oberts pel que sembla els segles XVII i XVIII, o fins i tot més recents. El pal·ludisme, és clar, va ser un factor negatiu per al poblament. Des de quan?

<sup>2</sup> Lindemann (1786) es refereix a la "bona aigua per als vaixells" de l'*englischen Kove* (cala dels Anglesos) de Maó.

Alguns viatgers i geògrafs han emfatitzat, no de bades, l'abundor de pedra seca als murs i altres construccions de l'illa. La veritat és que, entre crostes superficials, marès miocènic blanc (una calcisilita i calcoarenites bioclàstiques) i marès quaternari gris groguenc (eolianita, gairebé sempre), la disponibilitat –més tost, excés– de pedreny és notable i agrícolament molesta. El capellà Lindemann (1786) ja es va admirar de com els illencs espedregaven i alçaven marges als costers, però deixà encara una observació més interessant:

“Durant el mes de març la principal ocupació dels pagesos sol ésser de demuntar les parets seques destrossades per extreure amb molta cura la terra que el vent ha col·locat entre les pedres i transportar-la als seus horts” (*Geographische und statistische Beschreibung del Insel Minorka*, p. 191).

Allò que tingui d'exagerat l'anotació no invalida la realitat: es tractava de crear sòl i d'eliminar-ne les pedres. El geògraf Jean Brunhes (1911), a principi del segle XX, evocava l'activitat intensa, “soroll de pics i pales treballant al sol” per a recollir pedres i còdols de la terra roturada o “millorada”. Amb aquest reble de vegades es feien autèntics caramulls –*galeres*–, però gairebé sempre anaven a parar als amples murs de separació i tancament que mai no falten a ambdós costats dels camins, siguin de la categoria que siguin. Amb les parets de pedra seca s'afirma la propietat, es protegeix la finca del ramat aliè o s'encorrala el propi, s'arreceren els conreus herbacis del vent, es marquen *sementers* (parts de la rotació agrícola) a la gran propietat, etc.

Hom ha comptat (Vidal, 2001) els quilòmetres de paret seca de Menorca; n'hi ha prou dient que són 1.000 m de paret per hectàrea, no solament de tanca, sinó també de contenció: marges de bancal, de dolines, de semidolines (característiques de les capçaleres) i transversals als barrancs amb la finalitat d'anivellar i retenir el sòl (Fig. 1.10). Els *canals* i *canalons*, amb gran versemblança, són lleres aplanades... Quan va desplegar-se l'intricat embull de murets? Hi ha precedent talaiòtic? Els geòmetres o agrimensors romans esmenten sovint *conge-*

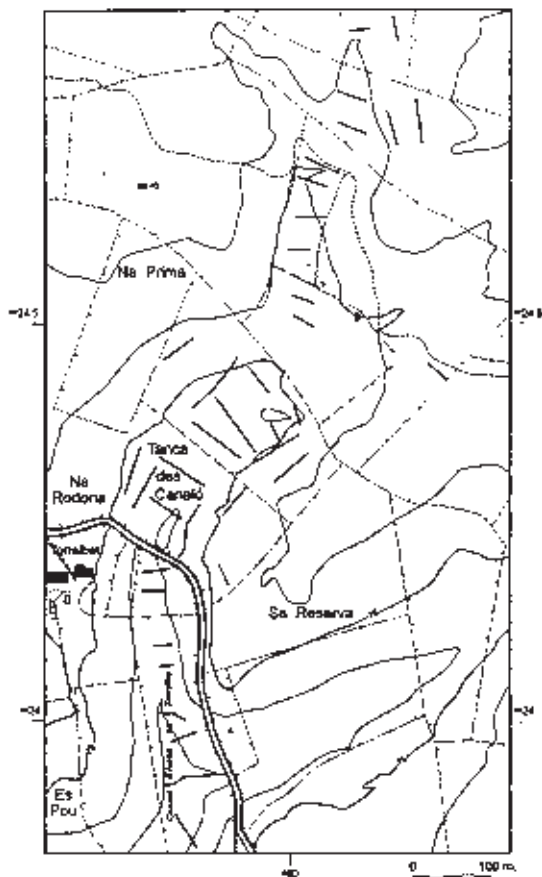


Fig. 1.10. Murs de pedra transversals a un paleocurs, antropitzat del tot: la llera n'ha estat anul·lada i el parcel·lari, acomodat al relleu com també les tanques de pedra seca. Torralbet, Ciutadella.

*ries lapidum*, en serien l'arrencada? Aquestes preguntes, ens les haurien de respondre els arqueòlegs. Sembla, no obstant, que el traçat centuriat és del tot absent de Menorca i que el tancament té origen feudal, no sense conflicte amb els emprius comunitaris. Contra el que pogués semblar, la xarxa murària tracta d'afavorir la ramaderia. Vers 1330 hom parla d'exhauriment dels sòls i el 1345 Pere el Cerimoniós concedeix els primers privilegis de tancament de grans possessions; en 1373 són autoritzades parets de 6 pams (1,2 m) d'alçada, estalviant camins i accessos a la mar: el bestiar oví es multiplica (Casasnovas, 2002).



A principi del segle XVII l'illa amb prou feines depassa els 10.000 habitants; cent anys més tard (1713) arriba als 16.000 i el 1786 Lindemann en dona 26.365, contingent bastant elevat –comenta– per a “uns terrenys sovint rocosos i pobres”. Aquest increment ha exigut un canvi, basat en les *terres noves*, la roturació, que desemboca en una pràctica erradicació del bosc i en un sistema de conreu que alterna tres parts o sementers (sempre tancats de paret seca): gra-pastura-guaret, en mans d'arrendataris o amitgers; així s'arriba als milers de quilòmetres de tanques entravessades. “Hi ha poca terra, però és bona”, li deien a Brunhes els pagesos; “la tracten amb manyaguera d'avar... recollint les engrunes del convit” en una enginyosa resistència, concloua.

Les roturacions dels segles XVIII i XIX, per altra banda, degueren ser importants a bastament com per a arribar a desencadenar processos erosius que provocaren el rebliment d'aiguamolls i cales. P. Riudavets (1885), un marí avesat, se'n queixa en un moment que la pressió demogràfica ja havia trobat la vàlvula d'escapament a l'emigració ultramarina.

Recapitulant fases de crisi morfogenètica o de resistència, els palinòlegs havien detectat una possible “acció antròpica” entre 7600 i 6300 BP (Yll *et al.*, 1994) en interpretar el sondeig del barranc d'Algendar. Amb l'estat actual dels coneixements, cal cercar-hi una altra justificació. Lewthwaite (1985) d'altra banda, diu que les Balears, “subexplotades” anteriorment, van ser sotmeses al “procés expansiu mediterrani” que va afectar Mallorca en 2700 ANE i Menorca entre 2200 i 1700 ANE. Un estil nou d'aprofitament del sòl es basava a l'hàbitat dispers, tot cercant terra cultivable i pastures. L'arada havia arribat al món mediterrani entre 2700 i 2500 aC; també a l'illa pretalaiòtica? Devers 1310 ANE els ovicàprids i el conreu de l'ordi estan documentats. La pressió ambiental augmenta.

No hi ha dubte que la urbanització –púnica, romana?– engega una major exigència agrícola i una apropiació creixent de la terra. Deu ser el moment de les roturacions primerenques i la ramaderia ha d'esdevenir cada vegada més intensiva. La gran xarxa murària i caminera és sens dubte feudal i se consuma durant els

segles XVIII i XIX, multiplicant les tanques fins a l'infinit, per a arribar a constituir un autèntic fre a l'erosió i a fossilitzar el paisatge. Tanmateix, l'antropització secular ha anat aplanant barrancons, reblint foies, construint i *mantenint* marges. Els barrancons –o *canals*– gairebé no tenen còdols..., com si s'haguessin dissolt. Rebliment natural i antròpic han actuat ensems.

### Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la *Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología*, BTE2002-04552-C03: “*El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares, Valencia y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino*”.

### BIBLIOGRAFIA

- ABULAFIA, D. 1996. *Un emporio mediterráneo: el reino catalán de Mallorca*. Omega, Barcelona. 354 pp.
- ACOSTA, J., CANALS, M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MUÑOZ, A., HERRANZ, P., URGELES, R., PALOMO, C. i CASAMOR, J.L. 2002. The Balearic Promontory geomorphology (Western Mediterranean): morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49: 177-204.
- ACOSTA, J., MUÑOZ, A., HERRANZ, P., PALOMO, C., BALLESTEROS, M., VAQUERO, M. i UCHUPI, E. 2001. Geodynamics of the Emile Baudot escarpment and the Balearic Promontory, Western Mediterranean. *Mar. Pet. Geol.*, 18(3): 349-369.
- ALCOVER, J.A., MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ. 1981. *Les quimeres del passat: els vertebrats fòssils del Plio-quadernari de les Balears i Pitiüses*. Ed. Moll, Ciutat de Mallorca. 260 pp.
- ALCOVER, J.A., RAMIS, D., COLL, J. i TRIAS, M. 2001. Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24: 5-57.
- ALOMAR, G. 1979. *Ensayos sobre historia de las islas Baleares hasta el año 1800*. Cort, Palma de Mallorca. 434 pp.
- AMENGUAL, J. 1991. *Els orígens del cristianisme a les Balears*. Ed. Moll, Mallorca. Dos volums.
- AMENGUAL, J. *et al.* 1998 *Història de Mallorca*, vol. III. Palma de Mallorca, Moll.
- BOURROUILH, R. 1983. 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. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 99: 1-672.
- BRUNHES, J. 1911. À Majorque et à Minorque. Esquisse de géographie humaine. *Revue des Deux Mondes*, 1-11-1911. Traducció castellana de M. de Terán: *Estudios geográficos*, 28 (1947): 545-560.
- BURJACHS, F. i RIERA, S. 1996. Canvis vegetals i climàtics durant el neolític a la façana mediterrània ibèrica. *Rubricatum*, 1(1): 21-27.

- BUTZER, K.W. 1982. *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 364 pp. Traducció castellana. Bellaterra, Barcelona, 1989. 345 pp.
- DEFFONTAINES, P. i DURLIAT, M. 1958. *La España del Este. Cataluña, Baleares, Valencia*. Juventud, Barcelona. 256 pp.
- CASASNOVAS, M.A. 2002. Introducció a la història de Menorca. *Enciclopèdia de Menorca*, VIII. Obra Cultural Balear, Maó. Cf. pp. 1 i ss.
- EVANS, J.G. 1978. *An Introduction to Environmental Archaeology*. New York Cornell University Press, Ithaca. 154 pp.
- FORNÓS, J.J., BROMLEY, R.G., CLEMMENSEN, L.B. i RODRÍGUEZ-PÉREA, A. 2002. Tracks and trackways of *Myotragus baelearicus* Bate (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca. *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology*, 180: 277-313.
- GARCIA, LL. 2003. Per a desacomplexar un tema tan "sagrat". *Balança fiscal amb Espanya i subsidiarietat entre illes. SUS-13*, Palma. Cf. pp. 99-200.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. A Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.) *Introducción a la geografía física de Menorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 39-48.
- GORNÉS, J.S. i GUAL, J.M. 2002. Cultura talaiòtica. *Enciclopèdia de Menorca*, VIII. Obra Cultural Balear, Maó. Cf. pp. 133-200.
- GUERRERO, V.M. i GORNÉS, S. (coords.). 2000. *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears, Palma. 475 pp.
- HSÜ, K.J., RYAN, W.B.F. i CITA, M.B. 1973. Late Miocene desiccation of the Mediterranean. *Nature*, 242: 240-244.
- JANSÀ, A. 1979. Climatologia. *Enciclopèdia de Menorca*, I. Obra Cultural de Menorca, Maó. Cf. pp. 85-160.
- KRETSCHMER, K. 1909. Die italienischen Portolane des Mittelalters. Berlin, Institut für Meereskunde. 688 pp.
- KRIJGSMAN, W. 2002. The Mediterranean: *Mare Nostrum* of Earth Sciences. *Earth and Planetary Science Letters*, 205: 1-12.
- LALUEZA, C. (2001) *Races, racisme i diversitat. La ciència, una arma contra el racisme*. Bromera-Publicacions de la Universitat de València, València. 174 pp.
- LEWTHWAITE, J.C. 1983. The Neolithic of Corsica. Scarre, C.J. (ed.) *Ancient France*. Edinburgh University Press, Edinburgh. Cf. pp. 146-183.
- LEWTHWAITE, J.C. 1985. Social factors and economic change in Balearic Prehistory c. 3000-1000 BC. Barker, G. i Gamble, C. (eds.). *Beyond domestication in Prehistoric Europe*. Academic Press, Londres. Cf. pp. 205-231.
- LINDEMANN, C.F.H. 1786. *Geographische und statistische Beschreibung der Insel Minorca*. Weygandschen Buchhandlung, Leipzig. 192 pp. Reedicció facsimil i traducció. Institut Menorquí d'Estudis, Maó. 2002.
- LLOMPART, C., OBRADOR, A. i ROSELLÓ, J. 1979. Geologia de Menorca. In: *Enciclopèdia de Menorca*. Obra Cultural Balear, Maó. Cf. pp. 1-83.
- LÓPEZ PONS, A. 2000. El poblament inicial de l'illa de Menorca. GUERRERO, V.M. i GORNÉS, S. (coords.). *Colonización humana en ambientes insulares*. Cf. pp. 195-214.
- MALDONADO, A. i STANLEY, D.J. 1979. Depositional patterns and late quaternary evolution of two Mediterranean submarine fans: a comparison. *Marine Geology*, 31: 215-250.
- MARGALEF, R. 1961. Modalités de l'évolution en rapport avec la simplification des biocénoses insulaires. *Colloques Internationaux du C.N.R.S. XCIV. Le peuplement des îles méditerranéennes et le problème de l'insularité*. Banyuls-sur-mer, 21-27-09-1959. C.N.R.S., Paris. Cf. pp. 313-320.
- MIR, F. 1975. Les formes hipogees del Barranc d'Algendar (Menorca). *Endins*, 3: 27-39.
- OBRADOR, A. 1979. Introducció geològica a la Història de Menorca. In: Mascaró Pasarius, J. (ed.) *Geografía e Historia de Menorca*, 1-76.
- OBRADOR, A. 1998. Un cop d'ull a la geologia menorquina. In: Fornós, J.J. (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*. Universitat de les Illes Balears, 39-66.
- PÉREZ OBIOL, R., YLL, E.I., PANTALEÓN-CANO, J. i ROURE, J.M. 2000. Evaluación de los impactos antrópicos y los cambios climáticos en el paisaje vegetal de las islas Baleares durante los últimos 8.000 años. Guerrero, V.M. i Gornés, S. (coords.). *Colonización humana en ambientes insulares*. Cf. pp. 73-98.
- PLANTALAMOR, LL. 1991. *L'arquitectura prehistòrica i protohistòrica de Menorca i el seu marc cultural*. Govern Balear, Maó.
- PLANTALAMOR, LL. i VAN STRYDONCK, M. 1997. *La cronologia de la Prehistòria de Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, Maó. 83 pp.
- QUINTANA, J., BOVER, P. RAMIS, D. i ALCOVER, J.A. 2003. Cronologia de l'extinció de *Myotragus baelearicus* Bate 1909 a Menorca, *Endins* 25: 155-158.
- RAMIS, D. i BOVER, P. 2001. Review of the evidence for domestication of *Myotragus baelearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28: 265-82.
- RIUDAVETS, P. 1885-88. *Historia de la isla de Menorca*. B. Fàbregas, Maó. Tres volums.
- ROCA, E. 1992. *L'estructura de la conca Catalano-Balear. paper de la compressió i de la distensió en la seva gènesi*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona. 330 pp.
- ROCA, E. 2002. The Northwest-Mediterranean basin (Valencia Trough, Gulf of Lions and Liguro-Provençal basins): structure and geodynamic evolution. A: Ziegler, P.A., Cavazza, W., Robertson, A.F.H. i Crasquin-Soleau (eds.). *Peri-Tethys Memoir, 6. Peri-Tethyan Rift/Wrench basins and Passive Margins. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 186: 671-706.
- ROSELLÓ, J. i LLOMPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i relligat Dacs, Indústria Gràfica, S. A. Montcada i Reixac. 279 pp.
- ROSELLÓ, V.M. 2004. Menorca i la antropització. Indicis de un poblament tardí. *Homenaje a Emiliano Aguirre*. Madrid. Cf. pp. 462-471.
- ROSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., GELABERT, B., GIMÉNEZ, J., GINÉS, J., PARDO, J. i SEGURA, F. 2002. El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares. CARRASCO, F., DURÁN, J.J. i ANDREO, B. (eds.). *Karst and Environment*. Cf. pp. 329-335.
- RYAN, W. i PITTMAN, W. 1999. *El Diluio Universal*. Temas de Debate. Madrid, 351 pp.
- TRIAS, M. 1980. Aportació a l'estudi de Na Patarrà. *Endins*, 7: 63-67.
- VIDAL, T. 2001. Fonaments geogràfics de la història. *Enciclopèdia de Menorca*, IX, pp. 25-80. Obra Cultural de Menorca, Maó (en curs de publicació).
- WALDREN, W.H. 1982. *Balearic Prehistoric Ecology and Culture. The Excavation of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements*. *British Archaeological Reports, International Series 149*. Oxford.
- YLL, E.I., PÉREZ OBIOL, R. i JULIÀ, R. 1994. Vegetational change in the Balearic Islands (Spain) during the Holocene. *Historical Biology*, 9: 83-89.

## EL CLIMA DEL MIGJORN

---

Agustí Jansà

*Centro Meteorológico. Instituto Nacional de Meteorología. Illes Balears*

### INTRODUCCIÓ

Entre la Tramuntana i el Migjorn de Menorca les diferències climàtiques són únicament de matis, menors que les que hi pot haver entre punts diversos de cada una d'aquestes contrades. Tot i això, es podria dir que a Tramuntana hi ha zones on la violència dels temporals del nord és major que a qualsevol punt de la zona de Migjorn. Sigui com sigui, els vendavals de tramuntana (o vent del Nord), que són una de les característiques més definidores del clima de Menorca, també ho són al Migjorn de l'illa.

Pel que fa al règim pluviomètric i termomètric, el clima del Migjorn de Menorca és típicament mediterrani, és a dir, temperat i amb estiu sec. En relació a altres regions mediterrànies espanyoles, la sequera estiuenca menorquina és molt marcada. Al contrari, la torrencialitat potser no és tan exagerada com al País Valencià, a la resta de les Balears o a Catalunya.

Podem conèixer prou bé el clima del Migjorn de Menorca gràcies a que hi hagut i hi ha un bon grapat d'estacions climatològiques en aquesta zona. Destaca, actualment, l'observatori meteorològic internacional de l'Institut Nacional de Meteorologia, a l'aeroport. Hi ha, a més, altres deu estacions climatològiques secundàries en funcionament (2003), de les

quals tres són termopluiomètriques i les altres solament pluviomètriques (vegeu la Taula 2.1). Estacions que han funcionat en el passat i ara no funcionen, també poden ser útils per arrendonir la descripció climàtica de la contrada.

Tot i que al nucli urbà de Maó torna a haver-hi, de fa molts d'anys, una estació pluviomètrica complementària, l'actual observatori de l'aeroport es pot considerar hereu de l'observatori de Maó, un dels més antics d'Espanya, ja que, a més d'alguns antecedents en el segle XVIII, va començar a funcionar, sense interrupcions, l'any 1865. També l'estació de Sant Lluís és molt antiga, ja que s'hi fan observacions des de 1918, tot i que hi ha interrupcions entre 1923 i 1933. Així, del Migjorn de Menorca podem dir coses, no solament del clima actual, sinó també de l'evolució climàtica, de la manifestació local del canvi climàtic observat.

### EL RÈGIM PLUIOMÈTRIC. TORRENTADES

La precipitació mitjana anual al Migjorn de Menorca es pot xifrar entre 450 i 650 mm, segons els indrets, en referència al període 1971-2000. Convé esmentar el període de referència perquè s'ha produït un descens apreciable de precipitacions en relació a períodes anteriors. Val a dir que la major part de l'extensió de la contrada té precipitacions entre 550 i

Codi	Nom	Tipus	Contrada	Latitud	Longitud	Altitud
B800	Maó. La Mola	TP	Tramuntana	39.877	4.325	78
B801	Sant Lluís	TP	Migjorn	39.852	4.258	60
B802	Maó. Lluçmaçanes	P	Migjorn	39.875	4.239	50
B804	Maó	P	Migjorn	39.890	4.261	43
B805	Punta Prima	P	Migjorn	39.821	4.284	40
B810	Maó. Estància ses Penyes	TP	Tramuntana	39.952	4.212	17
B818	Maó. Far de Favàritx	P	Tramuntana	39.998	4.267	12
B824	Mercadal. El Toro	P	Tramuntana	39.986	4.114	357
B835	Mercadal. Son Ametler	P	Tramuntana	40.052	4.038	20
B851	Ciudadella. F. Port	P	Migjorn	39.998	3.824	9
B860	Ciudadella. Son Quim	TP	Migjorn	39.994	3.854	20
B870	Ferrerries. Son Gornesset	P	Migjorn	39.979	3.999	125
B885	Alaior	P	Migjorn	39.937	4.141	120
B887	Torraiba d'en Salort	P	Migjorn	39.914	4.166	103
B890	Sant Climent	TP	Migjorn	39.870	4.207	80
B893	Aeroport de Menorca	C	Migjorn	39.867	4.226	85

Taula.2.1. Estacions climatològiques actuals (2003) a Menorca. Xarxa de l'Institut Nacional de Meteorologia. C = completa; TP = termopluiomètrica; P = pluiomètrica.

600 mm. A la Taula 2.2 es poden veure els valors homogeneïtzats de precipitació a les estacions de Migjorn que funcionen actualment. S'hi ha afegit la Mola de Maó per a tenir un valor limitant. L'homogeneïtzació s'ha fet per proporcions, a base de les dues estacions que tenen sèrie completa en el període 1971-2000, Sant Lluís i l'Aeroport. Altres procediments d'homogeneïtzació donen valors un poc discrepants per a les estacions amb sèries més curtes.

Per acabar de fer-nos una idea de la distribució territorial de la precipitació al Migjorn de Menorca hem considerat els valors extrapolats al període 1971-2000 d'una sèrie d'estacions addicionals, totes al Migjorn geològic de Menorca i que ara no funcionen, com el far del Port de Maó (545 mm), el far de Punta Nati (502 mm), el Semàfor de Bajolí (629 mm), Ciudadella urbana (558 mm), la Subestació Elèctrica de Ciudadella (465 mm), el far d'Artrutx (492 mm) i l'illa de l'Aire (399 mm).

Així que, tot i que la major part del territori té precipitacions entre 550 i 600 mm, com hem dit, hi ha màxims, amb més de 600 mm, cap al nord-oest de Ciudadella i a la part central de la divisòria entre Migjorn i Tramuntana, com a mínim cap al terme de Ferrerries. També hi ha zones on no s'arriba als 550 mm, ni tan sols als 500 mm, com són la costa sud, especialment cap a Sant Lluís, i un redol interior, cap a l'est i sud-est de Ciudadella.

Tot i que s'han introduït dades noves i s'han allargat algunes sèries, el mapa de distribució de pluges que ara obtenim és bastant semblant al que s'havia elaborat anys enrera (Jansà, 1979), encara que tots els valors apareixen ara rebaixats. En general es pot parlar d'un augment de la precipitació des de les costes cap a l'interior, explicable pel forçament ascendent afegit que produeix la presència de la pròpia illa, per la frenada relativa que pateix el flux d'aire en passar de mar a terra, pel relleu

Estació		Pluja	Anys	
B800	Maó. La Mola	Tramuntana	*470	10
B801	Sant Lluís	Migjorn	573	30
B802	Maó. Lluçmaçanes	Migjorn	*596	27
B804	Maó	Migjorn	*588	26
B805	Punta Prima	Migjorn	**	3
B851	Ciudadella. F. Port	Migjorn	*568	27
B860	Ciudadella. Son Quim	Migjorn	*454	10
B870	Ferrerries. Son Gornesset	Migjorn	*652	11
B885	Alaior	Migjorn	*529	19
B887	Torralba d'en Salort	Migjorn	*577	28
B890	Sant Climent	Migjorn	*543	17
B893	Aeroport de Menorca	Migjorn	564	30

Taula.2.2. Precipitació total anual. 1971-2000. \* Sèrie incompleta, homogeneïtzada; \*\* Sèrie massa curta.  
Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología. Elaboració pròpia.

(encara que sigui modest) i per efectes tèrmics. Més difícil d'explicar és el marcat dipol, màxim i mínim, que apareix a l'entorn de Ciudadella; tal vegada influeix la topografia local, ja que el màxim coincideix amb terreny relativament elevat i el mínim és una zona relativament deprimida. Tot i que també pot ploure amb altres vents, s'ha de dir que la pluja es presenta preferentment amb vents del nord i del nord-est.

A tota l'àrea mediterrània, les pluges són, a més de no gaire abundants, força irregulars. Hi ha marcades diferències d'un any a l'altre i, dins d'un mateix any, hi ha, al mateix temps, períodes, que poden ser llargs, sense gens de pluja i episodis de pluja forta, fins i tot torrencial. Dins d'aquest context mediterrani, Menorca no presenta una variabilitat i una torrencialitat especialment acusades, però aquestes característiques hi són clares si comparem amb àrees de clima regular, com la façana atlàntica europea.

La variabilitat interanual es pot mesurar pel coeficient de variació de la sèrie pluviomètrica, que és la desviació típica dividida per la mitjana, en tant per cent. El coeficient de variació a Sant Lluís, per exemple, és del 23%. Això

vol dir que un terç dels anys la pluja o supera la mitjana en un 23% o està per davall de la mitjana en un 23%, és a dir, a Sant Lluís, o és superior a 704 mm o inferior a 442 mm.

Els períodes de precipitació escassa, les sequeres, poden ser prou llargues i intenses. En els darrers 30 anys, sense anar més enfora, destaquen les sequeres de 1981-84, gairebé 4 anys continuats de dèficit en el balanç interanual de pluges, obtingut mensualment, amb una punta de -52% a final de 1983, i també gairebé 4 anys, entre 1992 i 1995. La darrera sequera, 1999-2001, ha estat de prop de tres anys.

Si prenem com a referència l'estació de Sant Lluís, la distribució mitjana de les precipitacions al llarg de l'any es pot veure a la Taula 2.3. La precipitació anual es concentra molt clarament en els mesos de tardor, tot i que continua bastant abundosa durant l'hivern. A la primavera s'hi marca un màxim secundari poc accentuat, cap a l'abril. La sequera estiuenca, màxim element definidor del clima mediterrani, és extremadament clara, amb un mínim de pluja al juliol realment exagerat. Tot això no obstant, les variacions interanuals de les pluges mensuals són molt importants, com es pot veure a la mateixa Taula 2.3, bastant

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des	Any
Mitjana	62.7	50.8	45.3	50.4	32.6	14.5	2.7	29.2	53.8	85.7	81.3	63.9	572.9
Màxima	158.0	193.3	155.3	159.9	97.7	117.0	17.6	159.5	169.2	206.7	207.5	144.7	943.0
Mínima	0.0	3.7	0.9	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.1	5.4	3.4	282.9
Desv. Típ.	44.2	43.1	34.4	35.0	27.7	22.9	4.3	37.9	41.7	55.5	45.0	30.4	131.3

Taula.2.3. Règim de precipitacions. Sant Lluís 1971-2000. Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

més que les de la precipitació anual, amb coeficients de variació del 50% al 100% i fins i tot per damunt del 100% (a l'estiu).

Si seguim amb Sant Lluís, els 573 mm de precipitació anual normal es reparteixen en 89 dies de pluja apreciable ( $\geq 0.1$  mm), més o menys escampats al llarg de l'any, 63 dels quals plou 1 mm o més. 18 dies la precipitació és de 10 mm o més i 3 dies, com a mitjana, cauen 30 mm o més. El màxim anual de precipitació en un dia és, com a mitjana, de 55 mm, que és una pluja prou important.

La sèrie de Sant Lluís és prou llarga (72 anys) com per a poder ajustar una distribució de Gumbel als màxims diaris de pluja i fer alguns càlculs. Resulta que, per a un període de retorn de cinc anys, la precipitació màxima en 24 hores seria de 76 mm i, per a deu anys, 91 mm. Aiguats de 100 mm en un dia en poden caure cada 15 anys, com a mitjana,

però el període de retorn per a 150 mm és de 170 anys i per a 200 mm, de 2000 anys. Així que, estadísticament parlant, no hauríem de tenir mai ruixats de 200 mm en 24 hores i els ruixats d'entre 150 i 200 mm s'haurien de considerar com a molt clarament excepcionals.

Com a exemple bastant típic de pluja forta no excepcional, podríem referir-nos al 21-22 de novembre de 1999. La situació atmosfèrica (fig. 2.1) és lleugerament depressionària i prou inestable perquè dins de les masses nuvoloses s'inclouin nuclis convectius potents. A l'observatori de l'aeroport, on la precipitació total en el dia pluviomètric és de 61 mm, es registra pluja des de les 19 hores de dia 21 fins a les 08 hores de dia 22; la pluja més forta és cap a mitja nit i un poc més, amb puntes de 3 i 4 mm en deu minuts. Es tracta de pluja forta, prou perquè els torrents corrin alegrement, però no torrencial; incapaç de generar gran revingudes.

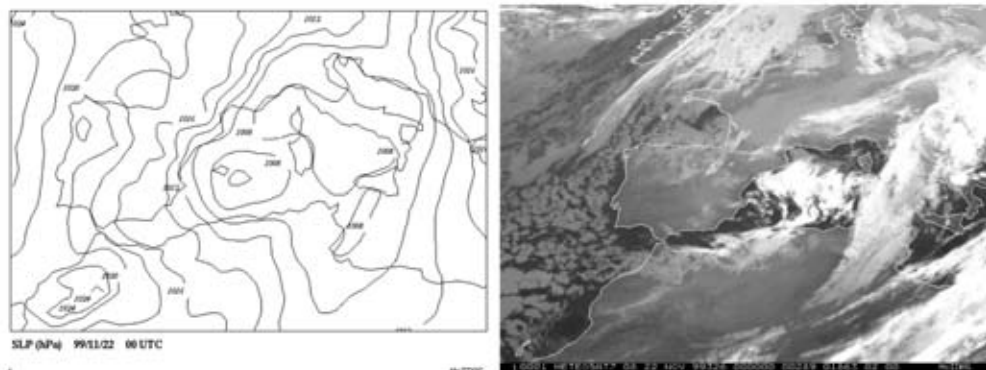


Fig. 2.1. Situació de pluges fortes. Dia 22 de novembre de 1999 a les 00 hores UTC. Anàlisi objectiva a nivell de la mar (HIRLAM-INM, esquerra) i imatge de satèl·lit (Meteosat-IR, dreta). El dia pluviomètric 21-22 de novembre de 1999 es van recollir 61 mm / 24 h a l'observatori de l'aeroport. (Font: Instituto Nacional de Meteorología)

Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Temperatura màxima absoluta												
20.5	21.4	24.2	25.0	29.5	34.2	41.3	36.4	33.4	30.4	25.1	23.2	41.3
Temperatura mínima absoluta												
-2.2	-0.6	1.3	1.6	6.3	10.2	10.3	12.3	10.4	4.9	0.6	0.4	-2.2
Temperatura màxima mitjana												
13.9	14.2	15.9	17.9	21.8	25.9	29.2	29.7	26.8	22.3	17.9	15.1	20.9
Temperatura mínima mitjana												
6.9	7.0	8.2	9.7	13.2	17.0	20.0	20.8	18.3	15.0	10.8	8.4	12.9
Temperatura mitjana												
10.4	10.6	12.1	13.8	17.6	21.5	24.6	25.3	22.5	18.7	14.4	11.7	16.9

Taula.2.4. Règim termomètric. Estació de Sant Lluís, 1971-2000. Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

Això no obstant, de fet a Sant Lluís hi ha registrat un ruixat de 180.2 mm en 24 hores, dia 3 d'octubre de 1957, que encara va ser superior a Maó, amb 188.8 mm. Al Semàfor de Bajolí dia 7 d'octubre de 1958 es van enregistrar 194.5 mm. Es podrien afegir els 168.5 mm enregistrats a Maó el 15 de setembre de 1928. Aquestes pluges són autènticament torrencials, excepcionals, però existeixen, tot i que es desajusten de les anàlisis estadístiques més elementals. Poden fer pensar en una distribució no normal de la precipitació màxima diària, tal vegada en una mescla de poblacions diferents.

Cal pensar que en la gènesi i modelat del típics barrancs del Migjorn de Menorca hi han exercit més paper, al llarg dels temps, les escasses torrentades excepcionals que les pluges fortes "normals".

## EL RÈGIM TERMOMÈTRIC

Menorca és l'illa més aïllada de la Mediterrània i, de més a més, és prou petita. S'ha de pensar en un règim termomètric molt marítim, molt suavitzat per l'efecte moderador de la mar. I així és, en general.

Podem tornar a utilitzar Sant Lluís com a estació representativa. A la Taula 2.4 hi ha un resum del que és el règim termomètric en

aquesta estació. La temperatura mitjana anual és molt suau, en torn als 17° i tant l'oscil·lació tèrmica anual com la diària són baixes, tot i que a Sant Lluís, a la part central del Migjorn de Menorca en general, pot ser que aquestes oscil·lacions siguin les més importants de l'illa, en comparació amb Tramuntana i amb la voreta de la mar (Jansà, 1979).

L'oscil·lació tèrmica diària (diferència entre la màxima i la mínima mitjanes diàries) és de 8° a Sant Lluís, com a mitjana, de fet, entre 9° a l'estiu i 7 a l'hivern. L'oscil·lació tèrmica anual (la diferència de temperatura mitjana entre el mes més càlid, que és l'agost, i el mes més fred, que és el gener) és de 15°, de manera que, tot i que l'estacionalitat és clara, resulta moderada si es té en compte la latitud de Menorca. Els hiverns són freds, però no molt, i els estius són càlids, però no exageradament.

El que és normal a l'estiu (juliol i agost), de dia, és arribar als 29° i fins i tot fregar els 30, mentre de nit no es baixa de 20°. A l'hivern (gener i febrer) se sol arribar als 14° de dia, mentre de nit la temperatura baixa, normalment, fins a 6 o 7. Les temperatures mínimes sota zero són ben infreqüents, gairebé excepcionals.

Tanmateix, els dies extrems existeixen. Veiem a la Taula 2.4 que els valors sota zero (fins 1 o 2° sota zero) es donen algunes

vegades. Però tal vegada això no sigui el més significatiu quant a fred. Fins i tot sense arribar a la gelada, la sensació de fred esdevé molt acusada a Menorca, també al Migjorn, quan es produeixen intenses i sostingudes invasions d'aire polar i àrtic. Normalment arriben a Menorca amb vent fort de tramuntana i el que succeeix és que l'oscil·lació tèrmica diària es redueix molt. No és que la temperatura baixi molt de nit, és que puja poc de dia. Hi ha dies d'aquests, pocs, que la màxima no supera els cinc o sis graus. Si amb aquestes temperatures el vent acompanya, la sensació de fred s'accentua, es torna molt intensa, com hem dit.

Les temperatures més baixes enregistrades al Migjorn de Menorca (i a Menorca, en general) són  $-2.8^{\circ}\text{C}$ , el 3 de febrer de 1956 i el 10 de gener de 1918, ambdues dins el nucli urbà de Maó. Tant en un cas com en l'altre pensam que les condicions d'observació no eren les idònies, en particular pel que fa a les temperatures mínimes, de manera que en aquestes dues ocasions i en algunes altres hi pot haver hagut temperatures encara més baixes, que no s'han enregistrat, perquè no hi havia termòmetres adequadament instal·lats, en llocs oberts. Val a dir que el mínim de 1956 coincideix amb unes nevades excepcionals, les més importants vistes a Menorca al llarg del segle XX.

Les onades de calor esdevenen quan la Mediterrània és envaïda per aire subtropical africà, de procedència sahariana. Aquestes invasions es produeixen a una certa alçada, per damunt del relleu nordafricà. És aire brut, carregat de pols, i el vent a nivell de superfície sol ser de xaloc (sudest) o fins i tot de llevant. Quan la dinàmica atmosfèrica ho permet, l'aire més càlid descendeix, fins a tocar terra, rescalfant-se. És aleshores quan la temperatura, si és a l'estiu, pot arribar fins als 33, 34 o fins i tot els 35°. Els 36° són bastant excepcionals, tot i que hi ha registres de valors encara més extrems. El 26 de juliol de 1983 els termòmetres van arribar als  $39.6^{\circ}\text{C}$  a l'aeroport, que van ser  $41.3^{\circ}\text{C}$  a Sant Lluís. Amb anterioritat als anys 80 del segle XX s'estava enfora d'aquestes marques tan altes (tot i que el 8 d'agost de 1923 s'havien enregistrat  $38.4^{\circ}\text{C}$  a Maó).

## ELS VENTS I LA MAR.

### TRAMUNTANADES I SALINITZACIÓ

Menorca té fama de terra ventosa i s'ha de dir que ho és només fins a cert punt. Que la tramuntana és el rei dels vents a Menorca també és quelcom que es dona per bastant conegut, però també hi ha certa tendència a pensar que això pot no ser vàlid per a les terres del sud, per al Migjorn de l'Illa.

La tramuntana és el vent més important a tota l'Illa, també al Migjorn. Ho és quantitativament, en termes absoluts, pel que fa a la combinació de freqüència i velocitat, i ho és, encara més, pel que fa als efectes a terra (ecològics, agraris, econòmics i socials). A la mar, en canvi, a les costes de Migjorn la tramuntana no és, naturalment, el vent que dona més mala mar, ja que la costa queda arrecerada per la pròpia illa. Hem d'exceptuar els segments extrems, del port de Maó a l'illa de l'Aire, d'una banda, i de Bajolí a cala Morell, de l'altra, que són costa de Migjorn només des del punt de vista geològic.

L'observatori de l'aeroport de Menorca, que té els sensors de vent situats cap a la capçalera de pista "01", clarament més a prop de la costa sud que de la divisòria entre Migjorn i Tramuntana, en terreny pla i obert, s'ha de considerar, en principi, prou representatiu del Migjorn de Menorca. Les Taules 5 i 6 resumeixen les dades de 30 anys d'observacions. La Taula 2.5 es refereix al vent sostingut, vent mitjà al llarg de deu minuts en torn a l'hora d'observació, que és el vent pròpiament dit, des del punt de vista meteorològic. Es combinen les observacions fetes a quatre hores fixes representatives de cada dia, 00, 07, 13 i 18 hores UTC. La Taula 2.6 es refereix a les ratxes màximes diàries o vent instantani màxim diari. Naturalment, el vent màxim és molt més fort que el vent mitjà.

Tant per al vent mitjà com per al vent màxim, la freqüència de la direcció nord (tramuntana) és sensiblement major que la de cap altra direcció, en general. Però si ens fixam en vents moderats o forts, per damunt d'un cert llindar, les diferències de freqüència entre la tramuntana i els altres vents enca-



Estació B893 - Aeroport de Menorca - 1971-2000									
Any (43794 observacions de les 00, 07, 13 y 18 hores UTC)									
km/h	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
0-5	24	11	22	11	20	13	42	15	158
5-10	29	16	22	10	22	16	31	17	163
10-15	45	25	39	14	41	30	40	13	247
15-20	26	17	20	7	21	19	21	6	137
20-25	23	14	12	4	11	16	17	3	100
25-30	35	12	12	3	9	13	16	3	103
30-35	15	5	2	1	1	4	5	1	34
35-40	13	3	1	0	1	2	4	1	25
40-45	12	1	1	0	0	1	2	0	17
45-50	4	0	0	0	0	0	0	0	4
50-55	4	0	0	0	0	0	1	0	5
55-60	1	0	0	0	0	0	0	0	1
60-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65-70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70-75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	231	104	131	50	126	114	179	59	994
Vel.mit.	20.0	16.1	13.2	11.3	12.8	15.7	13.0	10.6	15.0

Taula.2.5. Freqüència del vent sostingut (en tant per mil). Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

ra s'exageren. Per exemple, els vents sostinguts de 30 o més km/h són més freqüentment de tramuntana que de totes les altres direccions juntes i els vents màxims de 60 km/h o més són gairebé el doble de vegades de tramuntana que de totes les altres direccions juntes.

Tot i la importància relativa del vent de tramuntana, també al Migjorn de Menorca, l'illa, com a mínim el Migjorn, no és tan ventosa com es podria pensar o com es podria deduir d'un paisatge on sovintegen els arbres i arbusts de formes abanderades. De fet la velocitat mitjana del vent, 15 km/h, no és elevada, la freqüència de vents sostinguts moderadament forts (de 30 o més km/h) no és alta, és del 9% de totes les observacions (tot i que de dia és bastant més elevada que el

vespre), i la freqüència de puntes de vent (màxims diaris) per damunt de 60 km/h tampoc és exagerada, tot i que supera el 12% del dies. Dies que el vent arriba a ser francament fort en algun moment del dia, podem dir que n'hi ha un de cada nou o deu, aproximadament. Els vents amb puntes de més de 100 km/h són realment rars, amb una freqüència del tres per mil, una vegada cada any, com a mitjana.

El notable abanderament de la vegetació natural, dels ullastres i les mates en particular, l'orientació cap al sud d'aquest abanderament, també al Migjorn, fins i tot a prop de la costa (tot i que just devora la costa sud hi ha marcats canvis d'orientació), requereix una explicació addicional. Les pures dades de vent no ho justifiquen prou.

L'explicació és la salinització eòlica d'impacte, la gran càrrega de sals marines que transporta l'aire, sobretot els vents forts de tramuntana. Per a esbrinar alguna cosa sobre aquest aspecte dels efectes del vent a Menorca, es va realitzar, durant 1981-82 un experiment de camp, amb el suport del Consell Insular de Menorca i amb la participació de biòlegs, analistes, agrònoms i pagesos (Jansà *et al.*, 1982). Per a aquest experiment es van establir una sèrie d'estacions dotades de captadors verticals de sal i d'anemòmetre, arreu de l'illa de Menorca, cap d'elles a vorera de mar.

Resulta que l'aerosol salí i, en conseqüència, l'impacte salí sobre les superfícies exposades, és, en condicions normals (de vent fluix, com a molt moderat), molt poc important, si exceptuem, tal vegada, la immediatesa de la costa. La densitat de l'aerosol salí i la magnitud de la salinització per impacte creixen de sobte quan bufa vent fort de tramuntana, a partir de velocitats mitjanes de l'ordre dels 30-35 km/h, a les que poden correspondre màxims de 70 a 80 km/h. A partir d'aquest límit aproximat, la salinització sembla augmentar ràpidament en augmentar la velocitat del vent. Tot simplificant les dades experimentals, amb vents de tramuntana de 30-35 km/h de velocitat mitjana, la salinització d'impacte (sal dipositada sobre superfícies verticals oposades al vent) és d'entre 2 i 12 g/m<sup>2</sup>/dia, mentre per a 45-50 km/h tenim de 9 a 25 g/m<sup>2</sup>/dia. S'ha pogut comprovar també que vents igualment forts, que no siguin de tramuntana, no produeixen salinització important.

Valors de salinització de l'ordre dels 10 g/m<sup>2</sup>/dia, encara que sigui un sol dia, s'ha comprovat que han produït la mort d'un 50% dels folíols de mata exposats al nord. Així és com la mata o l'arbre perden massa en el seu costat nord, en relació al sud, i adquireixen la forma abanderada. És un modelat a cops, fet a base d'episodis puntuals de tramuntana forta o molt forta. En els períodes intermedis, entre temporal i temporal, hi ha un procés de recuperació de la forma arrodonida, però que no arriba a completar-se si ve prest una altra tramuntanada.

Hi ha diferències significatives de salinització d'impacte entre diferents punts de l'illa de Menorca. Això depèn de la densitat de l'aerosol salí i de la velocitat del vent local. Fent càlculs aproximats s'ha pogut establir, a partir de les mesures experimentals, que la densitat de l'aerosol salí pot ser el doble a Tramuntana que a Migjorn. Això és conseqüència de que, mentre el vent va travessant l'illa precipita sal, perd sal, tot i que no molta. Quant a la velocitat mitjana del vent hi ha, també, diferències significatives. Si prenem com a referència l'observatori de l'aeroport (100%), que està situat a Migjorn en terreny pla, però bastant elevat (a 80 m s.n.m.), el vent mitjà pot ser un 120% als turons de Tramuntana, mentre que a les planes baixes de Migjorn pot ser 80-90% i al fons dels barrancs orientats de llevant a ponent, només 50-60%. En algunes terres altes de Migjorn, més altes que l'aeroport, com Bellver (a Alaïor) el vent seria 110%.

Com a resultat, tenim que l'abanderament de la vegetació natural és més accentuat a Tramuntana que a Migjorn, però a Migjorn la vegetació també està abanderada, també marca la direcció nord-sud, a unes zones més exageradament que a d'altres.

El per què de tanta sal acompanyant les tramuntanades, el per què l'efecte de la salinització d'impacte, tot i que minvat, arriba tan profundament i plenament al Migjorn, s'ha de buscar en la pròpia meteorologia de la tramuntana. La tramuntana de Menorca és, en general, no un vent local, sinó un vent regional, que fa part del sistema mestralt-ramuntana, que abasta des de la vall del Roine i les planes rosselloneses fins a les Balears i més i tot. Abans d'arribar a Menorca, aquest vent és considerablement més fort que quan toca l'illa. En el seu recorregut marítim relativament llarg aquest vent aixeca grans onades i arrabassa a la mar gran quantitat d'aigua polvoritzada. Com que la tramuntana sol ser, a més, un vent sec, l'aigua es va evaporant i es van acumulant en l'aire minúscules partícules de sal, que arriben a Menorca en gran quantitat, prou per a travessar l'illa de banda a banda sense grans pèrdues.

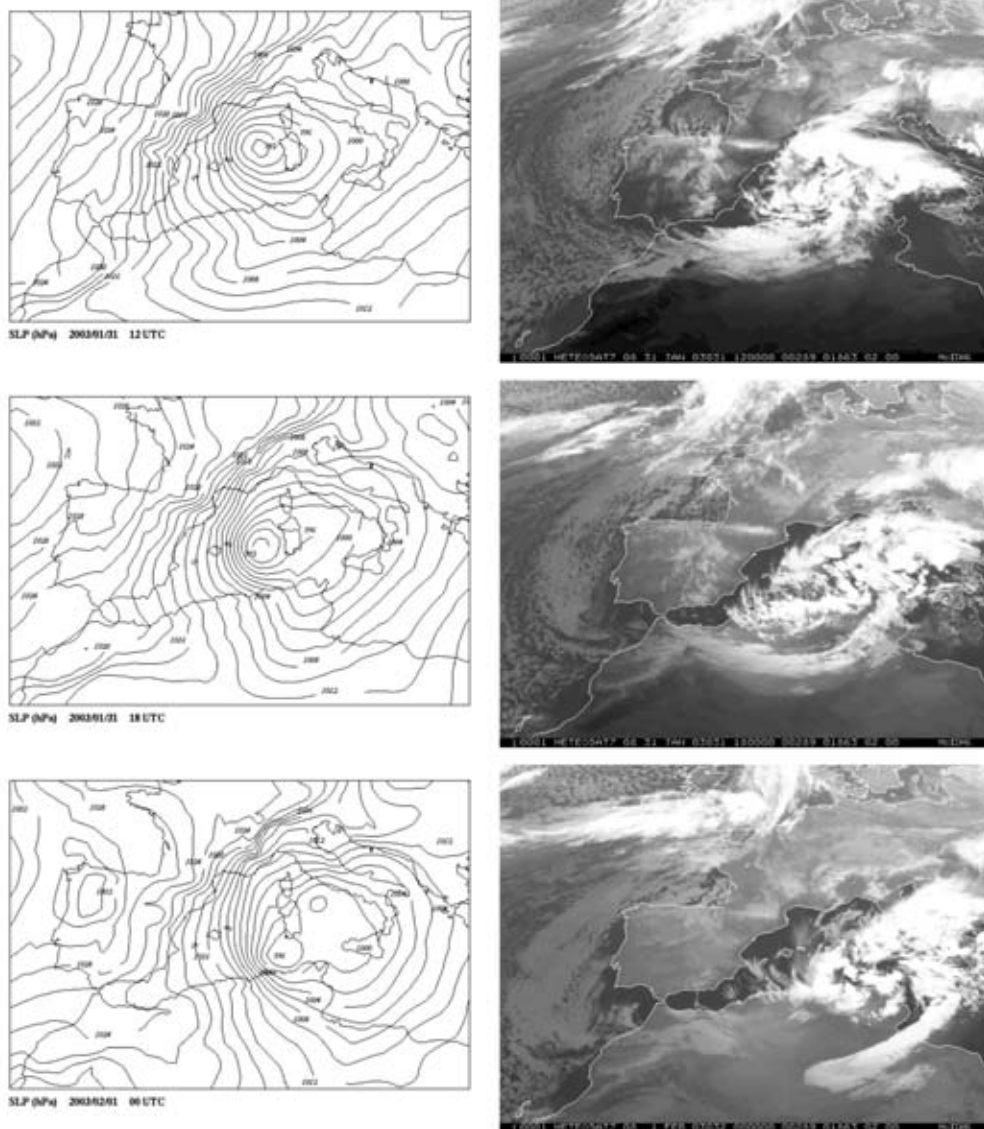


Fig. 2.2. Temporal de Tramuntana de 31-Gen a 01-Feb 2003. Evolució entre les 12 h UTC de dia 31 i les 00 h UTC de dia 1, cada sis hores. Anàlisi a nivell de la mar (HIRLAM-INM, esquerra) i imatge de satèl·lit (Meteosat-IR, dreta). Font: Institut Nacional de Meteorologia).

A la figura 2.2 s'il·lustra un cas de tramuntanada excepcional. Va ser entre el 31 de gener i l'1 de febrer de 2003 i el vent va abastar una velocitat punta a l'aeroport de 119 km/h. Aquesta ventada, de les de llarg recorregut i seca a la seva etapa final, va produir una salinització extraordinària. Va morir, no el 50%, sinó gairebé el 100% de la matèria vegetal exposada al nord. Sis mesos després encara es podia veure que la recuperació de la vegetació era tot just incipient. Aquests grans episodis són els més efectius en el modelat de la vegetació natural i permanent de Menorca, també al Migjorn de l'illa.

Hi ha hagut casos de vents més forts de tramuntana, però tal vegada no tan salinitzadors. En algunes ocasions perquè acompanya pluja intensa i això fa que hi hagi un rentatge molt efectiu de la sal. En aquests i en altres casos perquè la situació no és ben bé la típica, amb vent fort des de les costes de França fins a Menorca, sinó que la ventada està lligada a una depressió mòbil, a vegades petita, encara que intensa, a vegades nascuda a les costes africanes.

Tot i que hi ha mesures puntuals, a hora fixa, del vent sostingut des dels anys vint del segle XX (que van permetre els estudis pioners sobre la tramuntana de Josep M. Jansà, 1933), registres continus, que són els que permeten determinar ratxes màximes diàries, no n'hi ha hagut fins als anys seixanta. De llavors ençà, la tramuntanada més forta enregistrada

ha estat la del 18 al 21 de març de 1967. Es van enregistrar ratxes màximes de 133 km/h repetidament, els dies 18 i 21. El vent va ser molt fort tots aquells dies.

Com hem dit abans, si deixam de banda el tram de Bajolí a cala Morell, que és, de fet, costa nord, la tramuntana, tot i ser el vent més fort, no és el que produeix més mala mar a les costes de Migjorn, no és el principal causant de l'erosió d'aquestes costes, ni provoca problemes a les instal·lacions costaneres. Però cal matisar. A llevant, des de la boca del port de Maó fins a la punta Prima, la mar de tramuntana hi és plenament desenvolupada fins i tot bastant a prop de la costa i s'abat de ple, per exemple, sobre la punta de Llevant de l'illa de l'Aire, que sí que està profundament erosionada pel seu embat fort i freqüent. La boia situada per l'ens "Puertos del Estado" front a aquesta costa, encara que ja en mar oberta, a unes cinc milles al sud-est del port de Maó, ha enregistrat, en un curt període que porta de funcionament, altures significatives (mitjana de les ones més altes) de fins a 7,5 m en situacions de forta tramuntana. A la costa mateixa, en aquest sector, les onades de tramuntana giren, es refracten per efecte del fons i baten de mar a terra, fortes i grans encara, tot i que no tant com a la costa de Tramuntana o en mar oberta. La mar girada, refractada, entra també, notablement alta, dins la cala de Ciutadella, tot i que s'esmorteix ràpidament i es pot dir que no arriba a la boca del port.

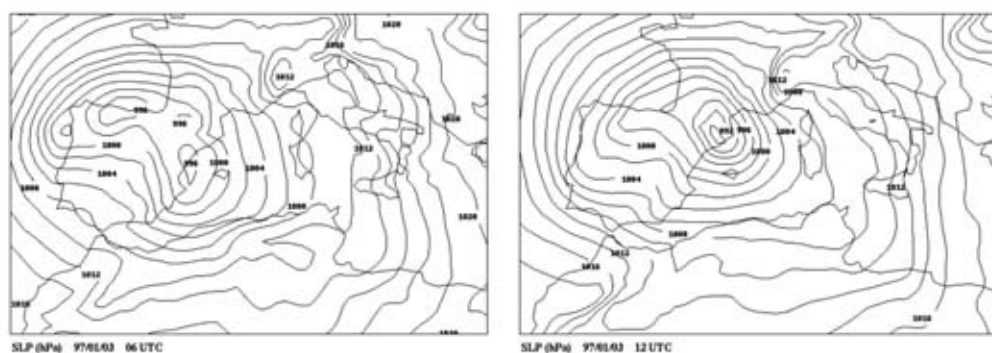


Fig. 2.3. Ventada de llebeig de 3 de gener de 1997. Evolució entre les 06 h i les 12 h UTC. Anàlisi a nivell de la mar (HIRLAM-INM). Font: Instituto Nacional de Meteorología.

Any (10614 ratxes màximes diàries)					Estació B893 - Aeroport de Menorca				
km/h	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
0-100	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-20	2	5	4	2	7	7	3	1	31
20-30	23	35	33	26	50	51	27	7	252
30-40	44	45	32	22	31	48	34	7	263
40-50	52	32	19	8	13	35	26	10	195
50-60	50	20	9	6	5	19	16	6	131
60-70	32	7	3	1	2	7	9	4	65
70-80	22	2	1	0	0	2	3	3	33
80-90	12	0	0	0	0	1	1	1	15
90-100	6	0	0	0	0	0	1	1	8
100-110	2	0	0	0	0	0	0	0	2
110-120	1	0	0	0	0	0	0	0	1
120-130	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total 246	146	101	65	108	170	120	40	996	
Vel.mit.	51.5	38.6	35.6	33.7	31.3	36.7	41.0	45.8	40.6

Taula.2.6. Freqüència de les ratxes màximes de vent, en tant per mil. (Font: Instituto Nacional de Meteorología)

## ELS VENTS I LA MAR. VENTADES DE GREGAL I LLEBEIG

A les costes de Migjorn pròpiament dites, des de Biniancolla (a Sant Lluís) fins a Ciutadella, les onades més importants, per l'efecte sobre les costes i les instal·lacions costaneres, són les que vénen de llebeig (sud-oest). En el sector de llevant, en canvi, de la boca del port de Maó fins a punta Prima, aquest paper correspon als vents de gregal (nord-est).

Es pot veure a les Taules 2.5 i 2.6 que els vents més importants, després de la tramuntana, a bastant distància, són, precisament els de llebeig i gregal, tot i que no s'han de menysprear gens els de llevant i ponent pur.

El llebeig, encara que pot arribar a ser molt fort, no sol ser tan persistent, ni té un recorregut marítim tan llarg, normalment, com la tramuntana, per la qual cosa les majors onades de llebeig difícilment poden arribar a

superar els 4 o 5 m d'altura significativa, tot i que això ja és molt. Ones majors, semblants a les de les pitjors tramuntanades, es poden donar amb algunes ocasionals i fortes gregalades o guergalades, però la costa afectada és únicament la de llevant.

La llebetjada és, normalment, un fenomen prefrontal, lligat a un front fred que ve més o menys directament de ponent i que moltes vegades s'ondula dins la Mediterrània, formant un nucli depressionari secundari, amb gradients de pressió localment forts. A la figura 2.3 es pot veure un exemple, corresponent al dia 3 de gener de 1997, on la formació de la baixa secundària es ràpida i espectacular. Aquest dia el vent màxim a l'observatori de l'aeroport de Menorca va ser del sud (tot i que es tracta d'una situació típicament de llebeig), amb 82 km/h. El 6 de novembre del mateix any es va enregistrar una altra ventada de llebeig, amb 83 km/h, de 220°.

G. Pons (1999) es refereix a les llebetja-



Fig. 2.4. 27 de setembre de 1965 a les 00 h UTC. Dues hores abans de la ratxa màxima enregistrada mai a Menorca, 230°/144 km/h. Font: Instituto Nacional de Meteorología.

des i ponentades de febrer de 1989 com a causants de nombrosos danys a cases i embarcacions, especialment a les cales de Biniancolla i Binissafüller. De fet els vents màxims enregistrats a l'aeroport van ser de llebeig dia 25, amb 86 km/h, i de ponent els dies 26 i 27, amb 96 i 89 km/h respectivament.

Com és natural, no és rar que una ventada de llebeig acabi en ponent o fins i tot en mestral o tramuntana, ja que darrera del front al que s'associa la llebetjada el vent ha de girar ciclònicament.

A vegades, com en el cas esmentat, la ponentada postfrontal és fins i tot més forta que la llebetjada inicial. Aleshores és la costa de Ciutadella, al sud del port, la que més directament rep l'embat de les onades, tot i que bona part de la costa de Migjorn pròpiament dita no se n'allibera, especialment cap a Sant Lluís. Cal esmentar, en aquest sentit, l'extremadament violenta ponentada de 21 de febrer de 1986, amb 126 km/h (de 280°) enregistrats a l'aeroport.

Cal destacar que el vent més fort enregistrat mai a Menorca, des que hi ha registre continu, no és de tramuntana, sinó de llebeig. A les 02:15 hores del 27 de setembre de 1965 l'observatori principal, situat aleshores a l'Esplanada de Maó, va enregistrar una ratxa de 144 km/h del sud-oest (230°). Un dia s'haurà de mirar d'estudiar aquest cas amb més cura, perquè l'anàlisi meteorològica de nivell

de la mar (figura 2.4) no fa pensar en un vent tan extrem, tot i que els ingredients de llebetjada hi són presents. La situació meteorològica i l'època fan pensar que podria haver conconregut algun fenomen eòlic de tipus convectiu, com una turbonada, un esclafit o fins i tot un cap de fibló.

Els fenòmens eòlics de tipus convectiu, els caps de fibló especialment, associats a tempestes fortes, són, de fet, els que poden donar lloc als més violents cops de vent de la contrada, però la seva petita dimensió (centenars de metres, tan sols) fan que el seu registre instrumental sigui totalment casual, gairebé impossible. Els efectes, d'altra banda, són molt localitzats, mai generals. Hi ha algunes referències indirectes a caps de fibló, com les que donen G. Pons (1999) o, més sistemàticament, Gayá *et al.* (2001), que demostren que el fenomen del cap de fibló no és tan rar al Migjorn de Menorca, tot i que no és freqüent. G. Pons cita, per exemple, els destructors caps de fibló de 12 de novembre de 1925 o de 16 de desembre de 1960. N'hi ha hagut bastants més. Gayá *et al.* (2001) citen 5 caps de fibló a Menorca entre 1989 i 1999, dos dels quals han afectat plenament al Migjorn i dos, parcialment.

Val a dir que el cap de fibló, denominació local del fenomen internacionalment conegut com a tornado, és un gir violent de vents –de fins a 200 o 300 km/h– molt localitzat, formant un embut nuvolós, que pot tenir un recorregut lineal sobre terra d'alguns quilòmetres i que està associat, com hem dit, a una tempesta forta. La versió marina (coneguda com a mànega o tromba) és bastant més freqüent que la terrestre. La visió de mànegues sobre el mar en dies de tempesta, sobretot a la tardor, no és excepcional. Gayá *et al.* (2001) han sabut de 13 trombes a Menorca entre 1989 i 1999, onze de les quals s'han vist des de les costes de Migjorn. Altres visualitzacions poden no haver estat recollides.

Deixant de banda fenòmens tan localitzats com els de tipus convectiu, els altres temporals d'importància a la costa de Migjorn, en particular al seu sector oriental, a part de la tramuntana i el llebeig-ponent, són els temporals de gregal.

Tot i que el gregal, grec o guergal (nord-est) és un vent freqüent, fins i tot és el vent dominant a l'estiu, només ocasionalment revesteix característiques de ventada o temporal, com es pot veure a les taules 2.5 i 2.6. Quan això succeeix, està associat a profundes depressions, nascudes a la Mediterrània, en concret cap a la mar d'Algèria. En alguns d'aquests casos l'embat de les onades al tram oriental de la costa del Migjorn de Menorca és terrible i es produeixen destrosses a les instal·lacions costaneres i a les cases de vora la mar. S'Algar és especialment sensible. Dues gregalades recents molt notables, causa de danys, són les de 28 de desembre de 1980, amb un registre de 107 km/h a l'aeroport, i 10 de novembre de 2001, amb 122 km/h enregistrats.

### **LES RISSAGUES DE CIUTADELLA I ALTRES OSCIL·LACIONS DE NIVELL DE LA MAR**

Les onades produeixen localment oscil·lacions de nivell de la mar ràpides, amb períodes de l'ordre de segons, 5 a 10 segons, per a dir alguna cosa. Hi ha, a més de les onades, altres oscil·lacions de nivell de la mar, d'amplitud comparable a onades grans, de fins a un parell de metres entre nivell màxim i nivell mínim, però que tenen un període molt més llarg, de l'ordre de minuts, i que, en lloc d'esmoreir-se als ports i cales, és a aquests indrets on abasten la màxima amplitud. En parlar del Migjorn de Menorca, cal referir-se particularment a les "rissagues" del port de Ciutadella.

A tots els ports i cales hi ha, gairebé continuament, oscil·lacions del nivell de la mar amb períodes de minuts. Són les *seiches*, seixes o seques, que es produeixen amb un període propi per a cada port o cala (funció de les seves dimensions i geometria, llargària i fondària, particularment) i que tenen, normalment, una amplitud molt petita, de l'ordre d'alguns centímetres, de manera que resulten gairebé imperceptibles.

Les seixes o seques, no obstant, poden resultar ocasionalment molt amplificades quan intervé un excitador extern, que força el

moviment oscil·latori del port o cala amb un període igual o proporcional al que li és propi. És produeix aleshores una amplificació per ressonància.

Tot i que ja ho havíem anticipat anteriorment (Jansà & Jansà, 1979), vam deixar establert a principis dels anys vuitanta (Ramis *et al.*, 1983) que les notables oscil·lacions del nivell de la mar observades de tant en tant al port de Ciutadella, acompanyades de forts corrents i conegudes amb el nom de rissagues, són seixes forçades per un excitador d'origen meteorològic, en condicions de ressonància. L'excitador immediat són ones molt llargues, imperceptibles en mar oberta, provocades, al seu temps, per oscil·lacions marcades i ràpides de la pressió atmosfèrica i, en conseqüència, del vent. S'ha de tenir en compte que una baixada de pressió fa pujar la mar i també l'amunteguen vents convergents, mentre els vents divergents i la pujada de pressió la fan baixar.

Les característiques oscil·lacions de pressió i vent associades a les rissagues de Ciutadella presenten un relativament ampli espectre d'energia, però el període de deu minuts, que és el període propi de la seixa del port, hi és clarament present, amb un pes fins i tot dominant, de manera que les condicions de ressonància són presumibles.

Han estat també identificats els grans trets del marc macrometeorològic que possibilita les característiques oscil·lacions de pressió i vent associades a les rissagues de Ciutadella. Es tracta d'una situació preferentment d'estiu, però pertorbada. En nivells atmosfèrics mitjans i alts hi ha un tàlveg o depressió a prop de les Illes, cap a l'oest, cap a la Península Ibèrica, i una dorsal cap a llevant, amb flux del sud, d'aire càlid africà, sobre les Illes, marxant sobre l'aire mediterrani. Aquest corrent càlid és ascendent i, tot i que és aire inicialment prou sec, arriba a formar nuvolositat abundant, mitjana i alta. De fet, si no hi ha núvols, no hi ha rissaga.

Normalment hi ha una inversió tèrmica entre l'aire africà superior (més càlid) i l'aire mediterrani inferior i per sobre d'aquesta inversió l'atmosfera és verticalment inestable

o poc estable, a més d'ascendent. En aquesta capa superior poc estable hi creixen grans ones atmosfèriques, gravitatòries, que de tant en tant "rompen" i formen nuclis convectius, tempestes altes, que solen desprendre ruixats poc importants, acompanyats de fang. Les ones de l'atmosfera superior indueixen ones a la pròpia inversió tèrmica i aquest moviment ondulatori de la inversió tèrmica es manifesta a terra per les típiques oscil·lacions de pressió que acompanyen les rissagues. Això es deu a que sota la vall de l'ona l'aire africà, més càlid, té més gruix i la columna d'aire resulta més lleugera (menys pressió) que sota la cresta de l'ona. L'oscil·lació de pressió esdevé més àmplia i brusca quan l'ona que passa per sobre ha arribat a rompre, formant un ruixat o tempesta.

Tot i que les rissagues poden durar hores, fins i tot dies, les oscil·lacions de nivell de la mar més fortes solen ser poques i coincideixen just amb oscil·lacions de pressió més marcades, singulars, ordinàriament en coincidència amb un nucli convectiu. Així va ser, per exemple, en la catastròfica rissaga de 21 de juny de 1984: amb l'arribada a Ciutadella d'un nucli convectiu potent, dins del marc típic de les rissagues, es va produir una oscil·lació de la mar de gairebé 3 m d'amplitud; una gran buidada i omplida del port, amb corrents molt forts, que van fer perillar setanta embarcacions. Això no és corrent, però rissagues d'amplitud d'un metre o poc més, que ja produeixen corrents forts, n'hi ha gairebé cada any i de tant en tant es sobrepassa el metre i mig.

A més de les rissagues de Ciutadella, a la costa del Migjorn de Menorca hi ha altres tipus d'oscil·lacions notables de nivell de la mar del tipus de seixes forçades per un excitador periòdic extern, d'origen suposadament meteorològic, tot i que diferent del descrit abans. Quan bufa o ha bufat tramuntana forta durant un temps, les cales de Biniacolla i Alcafar (a Sant Lluís) oscil·len amb amplituds que poden arribar fins a un metre, amb períodes de l'ordre de tres minuts. L'excitador podria ser l'arribada d'ones llargues, girades o refractades al llevant de l'illa.

## BIBLIOGRAFIA

- GAYÀ, M., HOMAR, V., ROMERO, R. i RAMIS, C. 2001. Tornadoes and waterspouts in the Balearic Islands: Phenomena and environment characterization. *Atmos. Res.*, 56, 253-267.
- JANSÀ, A., 1979. Climatologia, a *Enciclopèdia de Menorca*, Primer Tom/ *Geografia Física*, pp. 85-160. Obra Cultural Balear de Menorca, Maó.
- JANSÀ, A. i JANSÀ, X. 1979. Oceanografia, a *Enciclopèdia de Menorca*, Primer Tom/ *Geografia Física*, pp. 161-235. Obra Cultural Balear de Menorca, Maó.
- JANSÀ, A., RITA, J., CALAFAT, A. et al. 1982. *Vent i aerosol salí a Menorca. Avaluació i efectes agraris i ecològics*. Memòria inèdita. Disponible a l'Institut Menorquí d'Estudis, Maó.
- JANSÀ, J.M., 1933. *Contribución al estudio de la Tramontana en Menorca*, Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, Núm. 3.
- PONS, G. 1999. *Climatología de San Luis*, IME-s'Auba, Col·lecció Flor de Lis, 15, Maó.
- RAMIS, C. i JANSÀ, A. 1983. Condiciones meteorológicas simultáneas a la aparición de oscilaciones de nivel del mar de amplitud extraordinaria en el Mediterráneo occidental, *Revista de Geofísica*, 39, 35-42.



# LA VEGETACIÓ DEL MIGJORN DE MENORCA: un passeig descriptiu

Pere Fraga i Arguimbau<sup>1</sup>, Miquel Truyol Olives<sup>2</sup>, Cristòfol Mascaró Sintes<sup>3</sup>,  
David Carreras Martí<sup>2</sup>, Òscar Garcia Febrero<sup>4</sup>, Xec Pallicer Allés,  
Martí Pons Gomila<sup>3</sup> i Magda Seoane Barber<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consell Insular de Menorca

<sup>2</sup> Institut Menorquí d'Estudis

<sup>3</sup> GOB

<sup>4</sup> Parc Natural de s'Albufera des Grau, Illa d'en Colom i Cap de Favàritx

## INTRODUCCIÓ

Per a entendre el paisatge vegetal del Migjorn menorquí, primer ens hem de situar, a una escala temporal i espacial, dins el context geogràfic de la Mediterrània occidental, on el clima ens condicionarà a grans trets el tipus de vegetació. A partir d'aquest condicionant d'àmbit general es pot anar davallant d'escala en l'espai fins a situar-nos en el nivell més local, on els factors edàfics i microclimàtics, subordinats en gran part a la geomorfologia del terreny, ens definiran la vegetació d'un lloc concret.

Per tant, el primer condicionant de la vegetació és el clima de Menorca. Macroclimàticament a la seva zona li correspondria un clima mediterrani de diagrama ombrotèrmic humit, però la vegetació dominant no es correspon exactament amb aquest tipus, és més aviat la d'un tipus més sec (Pérez Obiol *et al.*, 2001). Les causes d'aquesta discordança, les podem trobar en la poca eficiència de les pluges de la tardor, que

representen el major percentatge anual de l'illa (Jansà, 1979), en la naturalesa càrstica del sòl o en l'efecte dessecant de la tramuntana.

Un altre factor condicionant és la insularitat. L'aïllament provoca una readaptació del nínxol ecològic de l'espècie que comporta certes distorsions en l'hàbitat que ocupa un tàxon respecte al que ocuparia en el continent, i a diferències entre les relacions ecològiques mútues de les mateixes espècies. Aquesta situació és, en alguns casos, la responsable de l'endemicitat vegetal que es comprova a Menorca.

Amb tot açò, la vegetació de la zona, de tipus esclerofil·le sec, fitosociològicament s'aproximaria a l'*Oleo-Ceratonion* Br.-Bl. (ullastar). Només on la naturalesa del sòl i el relleu permeten el manteniment d'una humitat edàfica adequada, apareix aquella que li correspondria, o sigui, la pròpia d'un clima més plujós i humit com ho és l'alzinar (*Cyclamini-Quercetum ilicis* O. Bolòs).

Però tampoc es pot oblidar un altre gran condicionant, del qual no sabem amb certesa els efectes que ha tingut damunt la vegetació i fins a quin punt ha modificat de manera irre-

Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V. M. (eds.), 2004, *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 53-72.

versible el paisatge vegetal original: es tracta de la presència humana. El que sí sabem cert, és que hi ha hagut l'abans i el després de la presència humana, pel que fa a la història natural de l'illa. S'ha de tenir present que la pràctica totalitat de la superfície menorquina mostra una influència humana de major o menor intensitat.

Partint d'aquestes consideracions generals, si el Migjorn menorquí fos una plataforma calcària ben plana, li correspondria una vegetació homogènia i poc diversificada que s'ajustaria als condicionants generals que s'han esmentat abans i als gradients que provoca la proximitat de la mar. De fet, vist des d'enfora, el Migjorn té aquesta aparença d'una terra baixa sense cap relleu important en alçada. Amb aquesta configuració aparent, les úniques variacions apreciables, en la vegetació, serien les causades per la major o menor distància del litoral. Vist de més prop, però, apareix prest un element geogràfic que romp aquesta monotonia i diversifica el paisatge: **els barrancs**.



Fig. 3.1. Barranc d'Algendar en una vista cap al moli de Baix. Els barrancs trenquen la monotonia de la plataforma calcària del Migjorn de Menorca.

Es pot dir que els barrancs són els principals responsables de la diversitat florística de tot el Migjorn. Gairebé tota aquesta regió de Menorca està influïda per les variacions ambientals que provoquen aquests accidents geogràfics; tan sols els dos extrems de l'illa, on els barrancs són absents o tenen poca entitat, en queden lliures de la influència i presenten un paisatge vegetal menys diversificat. En certa manera, els barrancs supleixen la manca de diversificació d'ambients per l'absència d'elevacions importants. Així i tot, però, els ambients que originen els barrancs no arriben a ser mai els mateixos que els originats per un relleu en alçada; per açò, a la flora de Menorca, hi falten grups de plantes (*Thymus*, *Helianthemum*) que, tot i ser mediterranis, mostren una clara tendència oròfila o poca afinitat amb els ambients marins. En no haver-hi muntanyes que funcionin com a refugi davant oscil·lacions del nivell del mar, ens explicam l'absència d'aquestes plantes.

La diversificació d'ambients provocada pels barrancs es deu sobretot al trencament del pla horitzontal (Fig. 3.1); l'aparició de la verticalitat fomenta diferents hàbitats en provocar la variació de factors com la llum, el grau d'humitat, l'orientació (i en conseqüència protecció del vent), la inclinació, etc. Però aquesta diversificació d'ambients també es dóna en sentit horitzontal. Des de la capçalera dels barrancs al centre de l'illa, fins al seu acabament a la mar, hi ha variacions ambientals afavorides per diversos factors (profunditat del barranc, presència o manca d'aigua permanent, influència de les zones amb sòls silícis, influència marina, etc.). Aquesta mateixa dualitat en el sentit vertical i en l'horitzontal ha condicionat els usos del sòl que l'home ha fet dins els barrancs. Les condicions de cultiu no són les mateixes a la capçalera que a l'arribada al mar, com tampoc ho són de les parts altes al fons del barranc.

Per altra banda, l'estructura dels barrancs menorquins segueix un patró reiterat: bàsicament consisteix en un col·lector principal i tot un sistema de petits barrancs que s'hi ajunten. Alguns d'aquests col·lectors principals poden confluïr a la part baixa per a formar-ne un de

sol. L'única diferència a destacar i que permet dividir els barrancs en dos grups, és on rau la seva capçalera. Els més importants (Algendar, Trebalúger, Albranca, sa Vall i Cala en Porter) tenen el naixement a l'interior de l'illa, el que s'anomena la Mitjania, i recullen les aigües dels plans silícis d'aquesta zona: es pla Erm, es plans d'Alaior (o de Turmadenc), sa terra Roja, Ferreries, etc. Aquests barrancs sempre porten un cabal més o manco permanent, que condiciona molt el tipus de vegetació que s'hi fa. Els altres, els que no comencen als plans silícis de l'interior, sempre són de menor entitat, no tenen cap cabal important i, per tant, les zones humides només hi són presents al tram final.

Si els barrancs i la seva àrea d'influència dominen gran part del Migjorn, amb la descripció de com es distribueix i organitza la vegetació al seu interior i al seu voltant, tindrem una visió general de quin és el paisatge vegetal i la flora d'aquesta part de l'illa. Per tal de fer més entenedora aquesta descripció, se seguirà el curs natural del barranc, des de la capçalera fins a la seva arribada al mar.

En cada part s'esmentaran les comunitats vegetals més representatives, seguint el criteri establert per Bolòs (1996), i també s'enumeraran alguns tàxons que millor les defineixen. Després del nom científic del tàxon, entre parèntesis hi figura el nom popular amb què se'l coneix a Menorca.

## LES CAPÇALERES DELS BARRANCS

Com s'ha dit abans, el començament dels barrancs més importants se situa als plans silícis de l'interior de l'illa. El que s'anomena la capçalera dels barrancs la formen les falques de la plataforma calcària del migjorn, que moren dins aquests plans, i que flanquegen la boca del barranc. Aquests pendents són terrosos amb poca penya en superfície, tan sols a la part superior apareixen penyals calcaris de poca alçada. En aquesta zona també hi conflueixen els sòls de naturalesa silícia, característics de la part nord de l'illa, amb els de naturalesa calcària que en formen el migjorn.

Per açò, en aquestes falques hi ha una mescla dels tipus de vegetació que caracteritzen aquests dos substrats. Al mateix temps, l'orientació d'aquests pendissos provoca un ambient ombrívol que afavoreix la descarbonatació dels sòls. Amb tot açò, la vegetació que s'hi cria és la pròpia d'ambients frescos i humits; fins i tot, no és estrany trobar-hi taques de vegetació calcífuga (*Ampelodesmo-Ericetum scopariae* O. Bolòs et R. Mol.) endinsades dins sòl completament calcari.

El grau actual d'antropització que mostren aquests indrets és elevat. Tot i açò, en algunes capçaleres encara és possible trobar-hi taques d'alzinar (*Cyclamini-Quercetum ilicis* O. Bolòs) que en termes generals no acusen gaire diferència amb els de la resta de l'illa. Tan sols destaca pel que s'ha dit abans de la mescla de plantes de sòls silícis com *Erica arborea* L. (bruc mascle), *Erica scoparia* L. (bruc femella), *Asplenium balearicum* SHIVAS (falzia negra) amb les dels sòls calcaris (*Erica multiflora* L. (xipell), *Rosmarinus officinalis* L. (romaní)). Fins i tot no és gens rar trobar-hi poblacions de *Isoetes durieui* BORY en els talussos més humits.

Un altre tipus de vegetació que sol aparèixer al peu d'aquestes falques són les bardisses d'espinal (*Rubro-Crataegum brevispinae* O. Bolòs) on figuren algunes de les poques plantes caducifòlies autòctones de l'illa: *Crataegus monogyna* JACQ. (espinal) i *Prunus spinosa* L. (prunyoner). A l'estrat herbaci d'aquesta comunitat hi abunden hemiptòfits mediterranis de tendència higròfila com ara *Ranunculus ficaria* L. (gatassa), *Ranunculus macrophyllus* DESF. (botó d'or), *Hypericum perforatum* L. (herba de sant Joan mascle), *Linum bienne* MILL. (lli) o *Asperula laevigata* L. Per contra, aquestes mateixes plantes herbàcies són les dominants en una altra comunitat vegetal d'aquests indrets, encara poc coneguda, però que és típica de les falques més ombrívols i fresques. Es tracta de les pastures estables amb falguera (*Pteridium aquilinum* L.) a les que dominen els hemiptòfits esmentats abans, juntament amb altres com *Carex flacca* SHCREB., *Carex divisa* HUDS., *Pulicaria odora* (L.) RCHB. (àrnica),

*Bellis sylvestris* CYR. (margalida), *Selaginella denticulata* (L.) SPRING, *Dactylis glomerata* L. subsp. *glomerata* (fenàs mascle) o *Brachypodium phoenicoides* (L.) ROEM. ET SCHULT. (fenàs). També hi són representats els teròfits propis d'ambients frescos i humits com *Vicia bithynica* L. (veça), *Trifolium subterraneum* L. o *Trifolium squamosum* L. Possiblement aquesta comunitat sigui fruit de la degradació de la vegetació original i de la pràctica posterior de la pastura extensiva continuada amb absència del treball de la terra per causa de la forta inclinació del terreny. Aquest supòsit es pot veure confirmat per la presència de plantes com *Daphne gnidium* L. (baladre), un component típic dels ambients pasturats de forma continuada i per la progressiva evolució cap a comunitats vegetals més arbustives com la bardissa d'espinals (*Rubus-Crataegus brevispiniae* O. Bolòs), quan es deixa de pasturar.

A les penyes calcàries de la part superior d'aquestes faldes ja és possible trobar-hi les primeres mostres de comunitats rupícoles amb un elevat component endèmic amb plantes com *Digitalis minor* L. var. *minor* (didalera), *Micromeria filiformis* (AITON) BENTH. (tem bord), *Cymbalaria aequitriloba* (VIV.) A. CHEVAL o *Crepis triasii* (CAMB.) NYMAN (panconia de penyal). També hi apareixen altres tàxons que, tot i no ser estrictament rupícoles, són més típics dels roquissars de les marines del litoral; aquí troben unes condicions ambientals semblants a les d'allà on són més comunes, especialment per la forta influència de la tramuntana: *Arum pictum* L. f. (rapa blava), *Dracunculus muscivorus* (L. f.) PARL. (rapa mosquera) i *Crocus cambessedesii* GAY (safra bord).

## LA PART ALTA DEL BARRANC

Després del seu començament als plans de l'interior de l'illa, el barranc agafa forma des del primer moment, però les parets generalment encara no són els penyals verticals que li donen identitat més avall; aquí els límits laterals, els formen faldes amb una forta incli-

nació i amb poca penya exposada. Semblen més les faldes que hem descrit anteriorment a la capçalera. Actualment la majoria d'aquestes faldes estan cobertes de càrritx (*Ampeodesmos mauritanica* (POIR.) T. DURAND ET SCHINZ); açò és el resultat d'anys i anys de cremar-les reiteradament per a fer pastura. Per entre el càrritx hi viuen algunes de les plantes pròpies de les faldes de les capçaleres: *Pulicaria odora* (L.) RCHB. (àrnica), *Bellis sylvestris* CYR. (margalida), *Selaginella denticulata* (L.) SPRING. Ja hi apareixen, però, algunes plantes més amants de les terres calcàries i d'ambients un poc més secs com *Micromeria rodriguezii* FREYN ET JANKA (tem bord), *M. filiformis* (AITON) BENTH. (tem bord), *Lotus tetraphyllus* L. (territjol), *Ophrys lutea* (GOUAN) CAV. (mosques grogues), *O. tenthrudinifera* WILLD. (mosques vermelles) o *Orchis conica* WILLD. (abelletes); al mateix temps desapareixen o esdevenen molt rares les plantes dels ambients més humits, tot i que algunes tornaran a aparèixer al fons del barranc on l'ambient altre cop és més humit i fresc. Tanmateix, en aquests pendissos també es possible trobar-hi petits redols del que seria la vegetació original: bàsicament es tracta de taques d'ullastrar (*Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolòs et R. Mol.), no massa desenvolupat en alçada i pobre en plantes herbàcies. Una planta que pot ser abundant en zones cremades fa poc temps és l'argelaga (*Calicotome spinosa* (L.) LINK). A les parts més degradades no s'observa una gran diferència entre les dues bandes del barranc; aparentment el càrritx (*A. mauritanica*) es fa igual de bé, tant en una orientació com en l'altra. Però sí que s'observa una diferència més apreciable en la vegetació rupícola, quan hi ha penyes amb prou entitat com per a que s'hi desenvolupi. A les penyes més ombrívols ja és possible trobar-hi mostres del que serà la comunitat rupícola als penyals de més alçada del barranc: *Crepis triasii* (CAMB.) NYMAN (panconia de penyal), *Micromeria filiformis* (AITON) BENTH. (tem bord), *Digitalis minor* L. var. *minor* (didalera), *Adiantum capillus-veneris* L. (falzia), i també els endemismes dels peus de penyals o dels alzinars ombrívols: *Paeonia cambessedesii*

(WILLK.) WILLK. (pampalònia), *Cyclamen balearicum* WILLK. (patata morenera) i *Pastinaca lucida* L. (figuera infernal). En canvi, a les penyes assolellades la vegetació és més pobra i els endemismes quasi inexistent: *Phagnalon sordidum* (L.) RCHB. (herba santa), *Pb. saxatile* (L.) CASS. (ullastre de frare), *Parietaria judaica* L. (maia), *Mercurialis ambigua* L. (ortiga de paret), *Rosmarinus officinalis* L. (romaní). En alguns punts el terreny es disposa d'una manera més esglaonada formant el que es coneixen com a ribassos (Fig. 3.2). En aquests replans s'hi estableix un tipus de vegetació on hi són més presents els camèfits com *Teucrium capitatum* subsp. *majoricum* (ROUY) T. NAVARRO ET ROSÚA (llengua de passerell) o *T. marum* subsp. *spinescens* (PORTA) VALDÉS-BERM. (frígola).

A les falades que fa més temps que no s'han cremat es pot veure una certa regeneració vegetal. En aquests casos també s'observa una diferència entre les falades més ombrívols i les més assolellades. A les primeres encara es pot apreciar la influència de la vegetació de les terres silícies properes per la presència de plantes com *Erica arborea* L. (bruc mascle) i *E. scoparia* L. (bruc femella). La vegetació dominant segueix sent l'ullastrar, però també s'hi observen alzines aïllades. Als pendissos més assolellats l'ullastrar segueix poc desenvolupat i amb una menor riquesa florística.

En aquesta part alta, dins el barranc, el torrent ja està ben definit, però el seu curs d'aigua encara no és permanent. Açò fa que els higròfits encara hi siguin poc representats i només apareixen de forma permanent en els tolls que conserven l'aigua més temps. Les plantes més freqüents són: *Callitriche stagnalis* SCOP. (herba de bassa), *Lythrum junceum* BANKS ET SOL. (centaure d'aigua), *Typha* sp. pl. (bova), *Juncus acutus* L. (jonc), *Scirpus holoschoenus* L. (jonc boval) i *Scirpus maritimus* L. (junça d'aigua), dins els tolls més permanents. En canvi, dins els reclots que romanen secs gran part de l'any, la vegetació també és d'ambient humit, però sense tantes exigències i amb un caràcter més nitròfil: *Epilobium tetragonum* L., *Rumex* sp. pl. (paredella), *Cardaria*



Fig. 3.2. Falda amb ribassos a la part mitjana del barranc d'Algendar.

*draba* (L.) DESV., *Plantago major* L. (plantatge), *Aster squamatus* (SPRENG.) HIERON (setembrines), *Paspalum paspalodes* (MICHX) SCRIB. (gram d'aigua). Sovint, però, el llit del torrent està completament tapat per una bardissa d'esbarzers (*Rumex ulmifolius* SCHOTT i *R. caesius* L.) i altres lianes: *Smilax aspera* L. (aritja), *Rosa sempervirens* L. (rosar bord), *Clematis cirrhosa* L. (vidalba) i *Lonicera implexa* (AITON) (gavarrera, mataselva), acompanyades per espinals i altres espècies arbustives a les voreres: *Phyllirea media* L. var. *media* (aladern), *Rhamnus alaternus* L. (llampugo), *Pistacia lentiscus* L. (mata). Tampoc no és estrany trobar-hi exemplars aïllats de *Tamarix africana* POIR. (tamarells), la presència dels quals es deu a la proximitat de les terres silícies on aquestes plantes sempre hi són més abundants.

## LA PART MITJANA DEL BARRANC

A mesura que avançam en el curs del barranc les parets augmenten en verticalitat i donen l'aparença de ser més altes. Les faldes terroses poc a poc es van transformant en penyals de marés. La majoria de barrancs els tenen més alts en aquesta part mitjana i és per açò que aquí la vegetació rupícola té el màxim desenvolupament. La vegetació que trobàvem a les faldes terroses de la part alta del barranc, aquí només apareix per damunt els penyals, a qualche replà o talús de terra que queda entre paret i paret o en els talussos que es formen als peus dels més assolellats. Per causa de la major verticalitat, aquí el contrast ambiental entre les diferents orientacions de les parets és més gros, de manera que hi ha canvis de vegetació importants entre els penyals ombrívols i els assolellats. La duresa de la roca com a medi de vida també contribueix a aquesta diferenciació. Als penya-segats que miren a migjorn, els més calents i secs, la vegetació estrictament rupícola és escassa: *Phagnalon sordidum* (L.) RCHB.

(herba santa), *Capparis spinosa* L. subsp. *rupestris* (taperera) i *Scabiosa cretica* L. (clavell de penyal). El que hi ha més són altres plantes d'ambients secs, especialment de roquissars o terrenys pedregosos que, per semblança d'hàbitat, també poden viure en aquests ambients: *Rosmarinus officinalis* L. (romaní), *Phagnalon saxatile* (L.) CASS. (ullastre de frare), *Parietaria judaica* L. (maia), *Piptatherum coeruleum* (DESF.) BEAUV. (càrritx bord). En canvi, als penyals ombrívols la riquesa florística és major: *Scabiosa cretica* L. (clavell de penyal), *Silene mollissima* (L.) PERS., *Crepis triasii* (CAMB.) NYMAN (panconia de penyal), *Adiantum capillus-veneris* L. (falzia), *Euphorbia maresii* var. *minoricensis* KNOCHÉ (Fig. 3.3), *Hippocrepis balearica* JACQ. (llentia de penyal), *Micromeria filiformis* (AITON) BENTH. (tem bord), *Cymbalaria aequitriloba* subsp. *fragilis* (J.J. RODR.) A. CHEVAL., *Sibthorpia africana* L., *Teucrium asiaticum* L. (brutònica), *Hypericum balearicum* L. (estepa joana). La gran majoria d'aquestes plantes són endemismes gimnèsics o baleàrics. Algunes es distribueixen de manera uniforme per tota la



Fig. 3.3. *Euphorbia maresii* var. *minoricensis* KNOCHÉ, un endemisme dels principals barrancs de l'illa.

paret del barranc; és el cas de *H. balearica*, *S. cretica* o *C. triasii*. En canvi, d'altres són més escasses i només apareixen en punts concrets que moltes vegades coincideixen amb un accident geogràfic típic dels barrancs més importants: els *fares* o frares. Els *fares* són com a petits pujols de penya que s'alcen just ran del tallerrat, de manera que sol ser en aquests punts on els cingles tenen la major alçada. Segurament és per aquest fet que hi ha una major concentració de plantes rupícoles d'ambients ombrívols en el penyal que queda a la vertical d'un *fare*, com més alt és, la insolació és menor. Al mateix temps, els *fares*, en quedar més aixecats que la resta de terrenys que els envolten, estan més exposats a l'efecte de la tramuntana i açò fa que s'hi puguin trobar plantes que semblen fora de lloc: *Anthyllis hystrix* (WILLK. ex BARC.) CARDONA, COTANDR. ET SIERRA (socarrell gros), *Launaea cervicornis* (BOISS.) FONT QUER ET ROTHM. (socarrell), *Fumana ericifolia* WALLR., *Smilax aspera* var. *balearica* WILLK. Plantes totes més pròpies dels ambients litorals o pedregosos oberts. Aquestes poblacions "fora de lloc" ja van ser observades per Rodríguez (1904). En aquest mateix sentit, en la vegetació rupícola d'alguns barrancs també resulta sorprenent la presència de dos tàxons que són més habituals en la zona litoral: *Daucus carota* subsp. *hispanicus* i *Criothmum maritimum* (fonoll marí); aquest darrer en el barranc d'Algendar és possible observar-lo fins prop de la part alta, o sigui, uns 7 km terra endins.

Si tornam a davallar dins el barranc veurem que els penyals no acaben de cop en el plans del fons, entremig hi sol haver falde de terra i penyes amollades. Com ja s'ha dit abans, en aquestes falde que miren a migjorn, les més assolellades, s'hi fa una vegetació molt semblant a la de la part alta del barranc. Amb la diferència que els arbusts esdevenen més alts en estar més protegits del vent, gràcies a les parets del barranc, i trobar-se en un ambient humit. En canvi, a les falde més ombrívols la vegetació canvia. Si estan degradades o alterades, és freqüent que encara estiguin dominades pel càrritx o per vegetació arbustiva baixa amb clapes de plantes

herbàcies, si encara són pasturades. Si açò darrer succeeix, també és possible trobar-hi un endemisme gimnèsic lligat a la presència de bestiar: *Phlomis italica* L. (estepa blenera). Altrament, en aquelles que conserven millor la vegetació, s'hi poden veure bàsicament dos tipus de comunitats vegetals: l'ullastrar de barranc o l'alzinar de barranc. Tots dos no són més que variacions de les mateixes comunitats que trobarem fora dels barrancs. Al primer, l'ullastrar, la diferència es troba, no només en la major alçada que assoleixen els ullastres protegits del vent que viuen en un ambient més fresc i humit, sinó també per una major presència d'espècies herbàcies adaptades a aquest ambient més fresc com, per exemple, *Carex distachya* DESF., *Tamus communis* L. (gatmimó), *Asplenium onopteris* L. (falzia negra) o *Myosotis arvensis* (L.) HILL. De manera semblant, l'alzinar de barranc destaca per la presència de plantes d'ambient fresc com *Hedera helix* L. (heura), *Viola alba* BESSER, *Euphorbia characias* L. (lletrera de visc), *Rhagadiolus edulis* GAERTN., *Phyllitis sagittatum* (DC.) GUINEA ET HEYWOOD (herba melsera), *Asplenium onopteris* L. (falzia negra), *Veronica panormitana* TINEO ex GUSS., *V. cymbalaria* BODARD s.l., etc. També hi són presents els endemismes: *Paeonia cambessedesii* (WILLK.) WILLK. (pampalònia) i *Viola stolonifera* J.J. RODR. (viola boscana). Aquestes formacions boscoses que avui estan marginades a les voreres, on el sòl és massa prim per a ser cultivat, antigament devien ocupar àrees més extenses dins els barrancs.

Precisament és la vegetació del fons del barranc la que més ha sofert l'acció humana; aquí les terres són fondes, fresques tot l'any i esmenades de manera periòdica gràcies a les torrentades. Pràcticament no ens queda res de les comunitats vegetals originals, sinó que actualment hi domina la vegetació ruderal i nitròfila d'ambient fresc que va lligada als vergers i horts de fruiters (*Urtico-Smyrniolum olusatrum* (A. Bolòs et O. Bolòs) O. Bolòs). La variació, respecte a les mateixes comunitats d'altres punts de l'illa, ve marcada per la presència de plantes que requereixen un major grau d'humitat a la terra o que viuen millor a



Fig. 3.4. Els oms (*Ulmus minor* subsp. *procera* (SALISB.) FRANCO) actualment són dels pocs arbres que arriben a fer boscs de ribera. En aquest cas prop de la trencada de Binissaid, dins el barranc d'Algendar.

l'ombra: *Lathyrus aphaca* var. *affinis* (GUSS.) ARCANG. (fesolet), *Carex divulsa* STOKES, *Potentilla reptans* L. (peu de crist), *Allium triquetrum* L. (allassa). A les voreres de les terres cultivades també es possible trobar-hi redolets de comunitats vegetals que ens poden recordar més el que podria ser una part de la vegetació original: *Leucojum aestivum* subsp. *pulchellum* (SALISB.) BRIQ. (allassa), *Arum italicum* L. (rapa), *Smyrniium olusatrum* L. (cugul).

L'altre element del fons del barranc que presenta una vegetació més natural és el torrent estricte. Encara que tots els torrents dels barrancs estan avui canalitzats i sotmesos a neteges periòdiques, sovint amb tècniques poc adequades, una de les particularitats de la vegetació de les zones humides és la seva capacitat de ràpida regeneració en estar adaptada a alteracions periòdiques, com les torrentades o els moviments de terra, causats per les pròpies característiques de l'hàbitat que ocupa. En aquesta part mitjana, al fons dels

barrancs més importants sol haver-hi cursos d'aigua permanent, cosa que afavoreix la presència de una vegetació higròfila ben desenvolupada. Dins el llit del torrent, però fora de l'aigua, hi apareixen comunitats de sòl humit amb un marcat caràcter nitròfil: *Cypero-Caricetum otrubae* Tx., *Irido-Polygonetum salicifolii* O. Bolòs, mentre que, dins l'aigua, la comunitat vegetal més habitual és *Helosciadietum nodiflori* Br.-Bl. Tanmateix, un factor ambiental limita el nombre d'espècies que hi creixen: la baixa insolació. Açò fa que aquestes comunitats siguin aquí relativament pobres en espècies, si les comparem amb les que trobarem en el tram final del barranc on seran tractades amb més detall.

En el fons del barranc també s'hi troba a faltar una comunitat vegetal arbòria de ribera que, per les característiques de l'ambient, hi escau perfectament; possiblement en la seva absència actual hi tengui molt a veure la mà de l'home. Només en alguns punts molt concrets se n'entreveuen algunes petites mostres



(Fig. 3.4), encara que sobre el caràcter autòcton dels seus components arboris hi ha forts dubtes: *Ficus carica* L. (figuera), *Laurus nobilis* L. (llorer), *Populus alba* L. (alba), *Ulmus minor* subsp. *procera* (SALISB.) FRANCO (om). Precisament, el darrer dels citats, l'om, és un dels elements vegetals que més caracteritza els fons dels barrancs del Migjorn menorquí. A aquestes espècies de port arbori, les solen acompanyar d'altres que també requereixen frescor com *Chelidonium majus* L. (celidònia), *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN (falguera), *Arum italicum* MILL. (rapa), *Viola odorata* L. (viola boscana), *Viola stolonifera* J.J. RODR. (viola boscana), *Equisetum telmateia* EHRH. (coa de cavall), *Rubus caesius* L. (abatzer).

### LA PART BAIXA DELS BARRANCS

A mesura que el curs del barranc s'acosta cap al mar, se'n deixa sentir cada vegada més la influència, no només com a factor limitant de la vegetació per la salinitat, sinó també en sentit contrari, gràcies a l'aportació d'humitat ambiental o a l'efecte regulador de la temperatura. L'absència d'un vent fort dominant –que sí actua a a la costa de tramuntana– fa més notables els seus efectes estimuladors de la vegetació que no els limitadors. Tan sols en episodis de temporal de migjorn, es deixa sentir amb força el seu efecte corrosiu. És per açò que a Menorca, les zones amb una vegetació amb un aspecte més exuberant, les trobam en el tram final dels principals barrancs: Macarella, cala Galdana, Trebalúger, ses Canessies o cala en Porter, on millor es manifesten aquestes condicions d'humitat ambiental i l'efecte tèrmic del mar. Un clar exemple d'aquestes particulars condicions ambientals és el fet que s'hi arriben a naturalitzar plantes pròpies de regions més càlides que el conjunt de l'illa, com ara *Canna flaccida* SALISB., *Colocasia esculenta* (L.) SCHOTT, *Phoenix canariensis* HORT. ex CHABAUD.

A banda d'aquestes condicions ambientals particulars, la vegetació que es pot trobar a l'ambient propi del barranc no difereix gaire

de la que s'ha vist a la part mitjana. Els cingles rocosos continuen sent alts i la vegetació rupícola (*Hippocrepidatum balearicae* O. Bolòs et R. Mol.) encara s'hi desenvolupa amb tot el seu esplendor. De fet, no és rar trobar-se aquesta comunitat, fins i tot als penyals de damunt el mar, com passa a cala Galdana o a cala Macarella. El mateix s'esdevé amb les formacions arbòries que aprofiten la protecció de les parets rocoses, com els alzinars (*Cyclamini-Quercetum ilicis* O. Bolòs) o els ullastrars de barranc. Quan les condicions ambientals i del sòl ho permeten, es poden veure aquestes formacions a pocs metres de la línia de la costa; segurament aquesta situació devia ser encara més corrent abans de la intervenció de l'home.

La diferència més important en el paisatge vegetal, respecte a les altres parts del barranc que hem vist abans, la trobarem en el fons. Aquests canvis són afavorits per diferents factors: per una banda, els barrancs amb més entitat s'obren, esdevenen més amples, al seu tram final, de manera que la insolació hi augmenta; al mateix temps, la presència d'aigua superficial és més constant i l'acumulació de sediments també és més important. A diferència de la part mitjana del barranc on l'espai era limitat, aquestes condicions afavoreixen un major desenvolupament de les comunitats vegetals heliòfiles i higròfiles pròpies de les zones humides. Així és possible observar-hi tota la gradació de la vegetació segons la permanència de les aigües. Als pocs casos que les aigües tenen moviment ràpid, com ara a la sortida de fonts, es fa la comunitat de *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) HAYEK i *Apium nodiflorum* (L.) LAG (àbit de torrent), l'associació *Heliosciadietum nodiflori*. A les aigües permanents de curs lent, s'hi poden trobar la comunitat de plantes flotants (*Lemno-Azolletum*) amb els seus components típics: *Lemna gibba* L. (lleties d'aigua), més abundant a les aigües eutrofitzades, *L. minor* L. i la recentment citada *L. minuta* KUNTH. (Fraga *et al.*, 2003) i, on les aigües atenyen alguna profunditat, la de plantes submergides (*Zannichellio-Potamogeto-neum colorati*) que compta entre els seus components més

habituals plantes com *Callitriche stagnalis* SCOP. (herba de bassa), *Potamogeton coloratus* subsp. *coloratus* HORNEM, *P. crispus* L., *Zannichellia palustris* L., i *Z. pedunculata* RCHB. A mesura que ens apropam a la costa, aquesta comunitat es va empobrint i s'observa una substitució de les espècies per les que tenen una millor tolerància a la salinitat com *P. pectinatus* L. i *Ruppia cirrhosa* (PETAGNA) GRANDE. On les aigües són més somes, hi trobam les comunitats d'herbàcies amb la part basal submergida. Com en el cas anterior, s'observa una variació segons la major o menor salinitat de l'aigua. En les més dolces hi predomina l'associació *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani* amb components com *Typha* sp pl. (BOVA), *Scirpus maritimus* L. (junça de cordellar), *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. ex STEUD (canyet), *Alisma plantago-aquatica* L. (plantatge d'aigua), *Mentha aquatica* L. (herbassana d'aigua) o *Apium nodiflorum* (L.) LAG. (àbit de torrent). A les aigües que ja tenen una tendència més salmenca la vegetació s'empobreix i es forma

l'associació *Scirpetum maritimo-littoralis* on dominen les herbàcies altes com el *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. ex STEUD (canyet) o *Scirpus maritimus* L. (junça de cordellar), encara que entre elles també hi apareixen algunes herbàcies com *Sonchus maritimus* L. i *Aster tripolium* L. Precisament aquesta darrera espècie mostra a la costa sud una variació taxonòmica interessant (Fraga *et al.*, 2001). El següent esglauó en aquesta gradació cap a les terres més eixutes, el formen les comunitats de sòl permanentment humit. A les zones més allunyades del litoral la comunitat més freqüent és l'associació *Irido-Polygonetum salicifolii* amb plantes com *Iris pseudacorus* L. (gínjol groc), *Polygonum salicifolium* BROUSS. ex WILLD., *Mentha aquatica* L. (herba-sana d'aigua), *Scrophularia auriculata* L. (setge, herba blanca), *Althaea officinalis* L. (malví) i *Solanum dulcamara* L. (dolçamare) cap a la banda més exterior. Més prop del litoral, apareix l'associació *Cypero-Caricetum otrubae* amb plantes més tolerants a la salinitat com *Cladium mariscus* (L.) POHL,



Fig. 3.5. Vegetació de prat, amb *Centaureum tenuiflorum* (HOFFMANNS ET LINK) FRITSCH en floració, al tram final del barranc de Trebalúger.

*Carex distans* L., *C. extensa* GOODEN. i *C. otrubae* PODP. (margall de prat). La darrera franja de vegetació d'aquestes zones humides, la formen les comunitats d'herbassars humits o el que es coneix a Menorca com la vegetació de prat (Fig. 3.5). Aquesta vegetació correspondria a l'associació *Geranio dissecti-Ranunculetum macrophylli*, però presenta diverses variacions segons la situació i el grau de pressió antròpica. És una comunitat rica amb espècies: *Ranunculus macrophyllus* DESF. (botons d'or), *Leucogonon aestivum* subsp. *pulchellum* (SALISB.) BRIQ. (allassa), *Lotus glaber* MILL. (trèvol de prat), *Centaureum tenuiflorum* (HOFFMANN. ET LINK) FRITSCH (centaure), *C. spicatum* (L.) FRITSCH (centaure), *Euphorbia pubescens* L. (lletera d'aigua), *Potentilla reptans* L. (peudecris), *Agrostis stolonifera* L., *Geranium dissectum* L., *Mentha suaveolens* EHRH. (mendastra), *M. pulegium* L. (poliol), *Trifolium resupinatum* L. (trèvol vermell), *Medicago murex* WILLD. (trèvol de rodet), *Melilotus segetalis* (BROT.) Ser., *M. siculus* (TURRA) B.D. JACKS, etc.

Als barrancs principals, el darrer tram del torrent es transforma en una petita albufera d'aigües salobres. Amb açò el canvi de la vegetació és evident i apareixen espècies clarament halòfites com *Inula crithmoides* L., *Salicornia ramosissima* J. WOODS, *Suaeda spicata* (WILLD.) MOQ., *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. SCOTT, *Plantago crassifolia* FORSSK. El desenvolupament d'aquesta vegetació halòfita devia trobar el seu màxim en la desembocadura del torrent al mar, però en molts de casos aquesta ha estat fortament modificada per l'home i només és possible observar-hi petites mostres del que devia ser antigament a zones com ses Marjals d'Artrux, cala Galdana, Macarella o Son Bou. En algunes d'aquestes zones, encara es poden veure petites poblacions de plantes avui molt rares com *Spartina versicolor* FABRE recentment retrobada (Fraga *et al.*, 2003). En tot cas, aquesta vegetació halòfila, per les pròpies característiques del Migjorn, mai no tindria un desenvolupament tant important com a la Tramuntana.

Les mateixes condicions ambientals que afavoreixen aquesta exuberància de vegetació

també són idònies per a l'agricultura; per açò són zones tradicionalment apreciades per al cultiu i la pastura, amb la qual cosa la vegetació natural que hi podem trobar actualment no és més que una petita mostra alterada del que devia ser al seu estat original. Com en la part mitjana del barranc, l'ús més freqüent de les terres cultivables eren els horts de fruiters i la vegetació que els acompanyava no era molt diferent d'una part a l'altra del barranc. Però sovint, en la part més baixa, on les terres ja eren massa humides per al seu cultiu, s'havien de dedicar a usos més específics com l'arrossar, o bé d'altres que fossin compatibles amb les condicions d'humitat permanent. En aquest cas l'aprofitament més comú era la pastura extensiva que permetia la persistència de determinades espècies de la vegetació natural: *Lotus glaber* MILL., *L. preslii* TEN., *Trifolium resupinatum* L., *T. repens* L., que al mateix temps eren apreciades com a farratge. Actualment, aquest ús encara es conserva i bona part d'aquesta vegetació persisteix, però en algunes bandes com Trebalúger, Macarella o Son Bou, la introducció de la planta exòtica invasora *Paspalum vaginatum* SWARTZ ha implicat una important pèrdua de diversitat vegetal.

## EL FINAL DEL BARRANC: LES CALES

L'acabament dels barrancs en el mar és en forma de cala amb la seva corresponent platja d'arena blanca. La majoria d'aquestes formacions tenen poca extensió, tant en amplada com en profunditat cap a dins del barranc; açò fa que la vegetació dunar sigui relativament poc desenvolupada i que la zonació vegetal típica d'aquests ambients sigui poc aparent. L'excepció, la trobam a la zona de Son Bou i ses Canessies on la particular configuració ha permès l'establiment d'un sistema dunar longitudinal extens amb unes comunitats vegetals més diversificades. Per a tenir una idea de l'estructura de la vegetació que originalment devia ocupar aquests ambients poden servir dues platges fins no fa molts d'anys poc freqüentades: Son Saura de Ciutadella i Trebalúger. En aquestes localitats

encara es poden observar les restes d'una comunitat que antigament devia ser comuna a moltes platges de l'illa. Constitueix la primera línia de vegetació, des del mar, i està formada principalment per teròfits halòfits de sòls arenosos: *Salsola kali* L. (espinadella de la mar), *Suaeda spicata* (WILLD.) MOQ., *Chamaesyce peplis* (L.) PROKH., *Cakile maritima* SCOP. (ravenissa de la mar). Aquesta és, sens dubte, la comunitat vegetal més afectada per l'elevada freqüentació humana que pateixen les platges actualment. A continuació hi apareix una associació vegetal (*Cypero-Agropyretum juncei*) on hi guanyen presència plantes més persistents, principalment els hemicriptòfits i els camèfits: *Elymus farctus* (VIV.) RUNEMARK ex MELDERIS (fenàs de platja), *Pancratium maritimum* L. (lliri de platja), *Eryngium maritimum* L. (card marí), *Euphorbia paralias* L. (lletrera de platja), *Medicago marina* L. (trèvol de platja), *Lotus cytisoides* L. (trèvol mascle), *Sporobolus pungens* (SCHREB.) KUNTH (gram de platja) i *Calystegia soldanella* (L.) R. BR. (corritjola de platja). Cap a l'interior, quan les dunes van guanyant alçada, aquesta vegetació es veu enriquida amb altres espècies adaptades a les crestes arenoses (*Medicagini-Ammophiletum arundinaceae*): *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* H. LINDB. (borró), *Calystegia soldanella* (L.) R. BR. (corritjola de platja), *Crucianella maritima* L., *Cutandia maritima* (L.) BARBEY. És prou coneguda la funció d'aquestes plantes com a estabilitzadores de les dunes mòbils. A mesura que el procés es va consolidant, la vegetació va canviant; primer comencen a aparèixer teròfits o perennants de vida curta que, sense ser exclusius dels sòls arenosos, troben, en aquests espais oberts i encara poc estables, un ambient favorable; són plantes com *Lobularia maritima* (L.) DESV. (morrissa), *Reichardia tingitana* (L.) ROTH (panconia blanca), *Aetheorrhiza bulbosa* subsp. *bulbosa* (L.) CASS. (calabruix), *Senecio vulgaris* L. (llensó de foc), *Lotus cytisoides* L. (trèvol mascle) o *Crucianella maritima* L. En fer-se més evident l'estabilització, apareixen altres espècies que són indicadores de les dunes estables: *Echium sabulicola* POMEL, *Glaucium*

*flavum* CRANTZ (guixó de platja), *Euphorbia terracina* var. *retusa* (BOISS.) WILLK. ET LANGE (lletrera), *Scabiosa atropurpurea* var. *maritima* (L.) FIORI ET PAOL. (escabiosa), *Helicbrysum stoechas* (L.) MOENCH (sempreviva), *Pseudorlaya pumila* (L.) GRANDE, *Medicago littoralis* ROHDE ex LOISEL. (trèvol de llapassa), *Sporobolus arenarius* (SCHREB.) KUNTH (gram de platja). L'aparició de comunitats vegetals amb més abundància de les espècies llenyoses com el sivinar (*Juniperetum eumediterraneae*) indica la consolidació definitiva del sistema dunar. Aquest fet es tradueix en un enriquiment considerable de la vegetació. Per una banda, hi tenen bona representació les espècies que hem anat veient anteriorment que encara troben aquí alguns punts que els hi són favorables; per l'altra s'incorporen espècies típiques del sivinar com: *Pistacia lentiscus* L. (mata o llentrisca), *Rubia peregrina* var. *longifolia* (POIR.) ROUY (rotgeta), *Lonicera implexa* AITON (gavarrera, mataselva), *Smilax aspera* L. (aritja), *Cistus salvifolius* L. (estepa d'escurar), *Rosmarinus officinalis* L. (romaní), *Clematis cirrhosa* L. (vidalba), *Clematis flammula* L. (vidriella), etc. La majoria d'aquestes espècies no són exclusives d'aquesta comunitat, sinó que també les trobarem en altres comunitats del Migjorn. En determinades localitats com les platges de Son Saura o Macarelleta aquesta comunitat encara es veu més enriquida amb endemismes com *Thymelaea velutina* (POURR. ex CABBESS.) ENDL. (herba de cotó) (Fig. 3.6) i *Ononis crispa* L. (ugons). Al mateix temps, la mateixa presència del sivinar provoca la formació de nous ambients on s'estableixen altres comunitats vegetals com els pradells de teròfits minúsculs. Aquesta comunitat mostra una clara preferència per les clarianes que deixen entre elles les clapes de sivinar; dins aquest espai se sol situar a la banda més ombrívola quedant així protegida d'un excés d'insolació i al mateix temps disposa d'un substrat arenós, però enriquit amb les restes orgàniques de les plantes arbustives. Com a principals components d'aquesta comunitat destaquen: *Cerastium semidecandrum* L. s.l., *Polycarpon*

*alsinifolium* (BIV.) DC., *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *diphyllum* (CAV.) O. BOLÒS ET FONT QUER, *Centranthus calcitrapae* (L.) DUFR. (pedrosa), *Fumaria bicolor* NICOTRA (fumusterra), *Stellaria pallida* (DUMORT.) PIRÉ (tinya, rabiosa), *Asterolinon linum-stellatum* (L.) DUBY, *Valantia muralis* L. (herba de roca), *Arenaria leptoclados* (RCHB.) GUSS. Una comunitat semblant es coneix als arenals de la costa nord de l'illa, però amb una composició florística sensiblement diferent (Bolòs, 1996).

Continuant més terra endins, a la majoria de platges del Migjorn, al sivinar el segueixen, o a vegades dins d'aquest mateix hi ha formacions de pins (*Pinus halepensis* MILL.) amb una vegetació força empobrida, hi solen faltar la majoria d'espècies heliòfiles. Com en altres punts de l'illa, és possible que aquestes formacions estiguin fortament condicionades per la mà de l'home, com a mínim de manera involuntària, gràcies a la discriminació positiva. De fet moltes d'aquestes formacions semblen relativament joves i la seva presència actual podria anar lligada a l'ús de la platja com a espai d'oci.

## LA VEGETACIÓ DEL LITORAL ROCÓS

Contràriament al que passa a la Tramuntana, on la diversitat geològica és important, a la costa sud la uniformitat del substrat geològic fa que la vegetació del litoral presenti poques variacions des de punta Prima fins al cap d'Artrutx. Les que s'hi observen són degudes a la variació en l'alçada de la costa o als accidents geogràfics que presenta: són els dos factors més importants que contribueixen a la diversificació d'ambients. Precisament el darrer factor depèn majoritàriament de l'arribada dels barrancs a la costa, formant les conegudes cales.

En termes generals la vegetació litoral del Migjorn no presenta una zonació tan marcada com passa a la Tramuntana. No hi actua un vent tan insistent i fort com a la costa nord. Amb açò, ni la influència marina entra tant terra endins, ni l'efecte selectiu del vent



Fig. 3.6. L'endemisme gimnèsic *Thymelaea velutina* (POURR. ex CAMBESS.) ENDL. a la costa sud només apareix en alguns arenals lligats a les cales. En aquest cas a cala Macarelleta.

s'hi deixa notar tant. Així i tot és possible distingir-hi diferents comunitats vegetals segons la proximitat al mar i les característiques orogràfiques.

Quan el litoral és baix, a primera línia es desenvolupa la comunitat de *Limonium* (*Limonietum caprariensis* O. Bolòs et R. Mol.), però poques vegades amb l'amplada i riquesa d'espècies que desplega a la costa de Tramuntana. Entre els representants més típics hi ha *Limonium* sp. pl., *Silene sedoides* POIR., *Hymenolobus procumbens* (L.) NUTT., *Artemisia caerulescens* subsp. *gallica* (WILLD.) K.M. PERSS. (donzell marí), *Frankenia hirsuta* L., *Critbnum maritimum* L. (fonoll marí). A conseqüència de la falta de zonació que s'ha esmentat abans, en molts de punts del litoral aquesta comunitat vegetal deixa pas directament a la marina de xipell i romaní (*Loto*

*tetraphylli-Ericetum multiflorae* O. Bolòs et R. Mol.); tan sols en els llocs més exposats apareix tímidament la comunitat de socarrells (*Launaeetum cervicornis* O. Bolòs et R. Mol.) que té com a representant més freqüent *Launaea cervicornis* (BOISS.) FONT QUER ET ROTHM. (socarrell). Només cap els extrems del Migjorn (p.e. Son Olivaret a Ciutadella i a l'àrea de Binicalaf a Maó) aquesta comunitat vegetal presenta un major desenvolupament apareixent-hi altres plantes, més freqüents a la costa nord: *Anthyllis hystrix* (WILLK. ex BARC.) CARDONA, CONTANDR. ET SIERRA (socarrell gros), *Daphne rodriguezii* TEIXIDOR, *Dorycnium fulgurans* (PORTA) LASSEN (socarrell alís), *Polycarpon polycarpoides* subsp. *colomense* (PORTA) PEDROL. En alguns punts del litoral (Biniancolla, So na Parets, Talis) la roca apareix coberta parcialment d'arena o aquesta queda concentrada en els cocons: en aquests ambients apareix una comunitat vegetal amb algunes plantes pròpies dels arenals marítims com *Sporobolus pungens* (SCHREB.) KUNTH (gram de platja) o *Triplachne nitens* (GUSS.) LINK., i que mostra semblances amb l'associació *Triplachno nitensis-Catapodietum marini* O. Bolòs, R. Folch et J. Vigo.

A mesura que la costa guanya en alçada i, en conseqüència, l'influx marí baixa d'intensitat, la vegetació típica del litoral es va difuminant i és substituïda per la vegetació de terra endins que hi arriba fins al tall del penya-segat. Aquesta és la situació del tram de costa que va de cala Macarella a cales Coves, en tot el qual la comunitat de plantes halòfiles del litoral no apareix ben desenvolupada més que esporàdicament dins les cales, on la costa arriba a ser baixa. De fet, no deixa de ser sorprenent que, en molts de punts, l'únic representant del gènere *Limonium* sigui el que s'ha anomenat *L. pseudobusitanum* ERBEN. Un cas insòlit, si tenim en compte que a la resta del litoral, és comú trobar-se amb un mínim de tres espècies, entre elles, el sempre present *L. virgatum* (WILLD.) FOURR., aquí pràcticament inexistent. La vegetació que viu en aquests penya-segats de més alçada encara és poc coneguda, per la seva inaccessibilitat, però en diferents

punts s'hi observa una comunitat vegetal del tipus *Suaedetum verae* (Br.-Bl.) O. Bolòs et R. Mol. amb plantes de tendència nitròfila i al mateix temps adaptada a l'aridesa com *Suaeda vera* FORRSK. ex J.F. GMEL. (sosa), *Chenopodium murale* L. (herba pudenta), *Sonchus tenerrimus* L. (llensó de paret), *Mesembryanthemum nodiflorum* L. (ditets). En alguns punts on les parets de penya tenen més entitat (cala Galdana, cala en Porter, cales Coves) a les encletxes també s'hi pot trobar *Capparis spinosa* subsp. *rupestris* (SM.) NYMAN (taparera). Una comunitat semblant es desenvolupa a les zones del litoral freqüentades per les gavines; a les plantes anteriors s'hi afegeixen d'altres com *Lotus cytisoides* L. (trèvol masclé), *Reichardia tingitana* (L.) ROTH (panconia blanca), *Calendula arvensis* L. (llevamà), *Thymelaea hirsuta* (L.) ENDL. (pala marina), *Sonchus oleraceus* L. (llensó), *Spergularia* sps. pl.

## ELS INTERFLUVIS ENTRE BARRANCS: LES ESQUENES

L'espai alçàrós i més o menys pla, que queda entre dos barrancs es coneix popularment com *esquena*. A diferència de l'interior del barranc, un ambient inhòspit, les esquenes han estat habitades pels homes des d'antic gràcies a les seves característiques i situació privilegiada. Són terrenys plans; les terres són primes, però fèrtils, amb una elevada insolació, ben orejades, que queden enfora de l'ambient fred i humit del barranc. Per tot açò aquests espais presenten un grau d'alteració més elevat. Així les coses, actualment a les esquenes hi domina el paisatge en mosaic característic de bona part del camp de Menorca: camps cultivats (tanques) amb clapes d'ullastrar (anomenades *mitjans*) disperses aquí i allà. Les qualitats d'aquest sistema paisatgístic com afavoridor de la biodiversitat són prou conegudes (Friebe i Köpke, 1994; Lampkin, 1990; McNeely, 1995; Pimentel *et al.*, 1992).

Les illes de vegetació que formen els mitjans, encara que la majoria de vegades tenen poca extensió, ofereixen una bona

representació de les plantes característiques de l'ullastrar (*Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolòs et R. Mol.): *Olea europaea* var. *sylvestris* BROT. (ullastre), *Clematis cirrhosa* L. (vidalba), *Smilax aspera* L. (aritja), *Prasium majus* L. (arangí bord), *Lonicera implexa* AITON (gavarrera o mataselva), *Tamus communis* L. (gatmimó), *Rhamnus alaternus* L. (llampugo). En molts de casos aquesta comunitat es veu enriquida per plantes nitròfiles, ja que l'ombra d'aquestes illes de bosc és apreciada pel bestiar; així també hi solen aparèixer plantes com *Urtica membranacea* POIR. (ortiga), *Chenopodium murale* L. (herba pudenta), *Erodium cicutarium* (L.) WILLD. (agulletes o relletges), *Solanum nigrum* L. (morella vera), *Sonchus oleraceus* L. (llensó) o *Sisymbrium officinale* (L.) SCOP. (te de canonge).

En l'espai agrícola on queden immerses aquestes illes de vegetació s'hi desenvolupen les comunitats vegetals pròpies d'aquests ambients. La naturalesa calcària de les terres i la seva textura, sovint de tendència arenosa, són idònies per a que s'hi desenvolupi la

vegetació segetal rica amb espècies (*Ridolfio-Linarietum triphyllae* O. Bolòs, R. Mol. et P. Monts.), però actualment aquesta pràcticament ha desaparegut a causa de les noves tècniques agrícoles que cerquen la monoespecificitat dels cultius o el màxim rendiment de les terres: aplicació d'herbicides, llaurades continuades, restoblament de terres, etc. Només als pocs casos en què es manté el sistema tradicional, amb rotació de cultius i llaurades espaiades, es poden veure encara exemples de la riquesa florística d'aquesta comunitat. Hi destaca la bona representació de papaveràcies, com el gènere *Papaver*: *Papaver hybridum* L. (rosella), *P. dubium* L. (rosella), *P. pinnatifidum* MORIS (rosella), *P. rhoeas* L. (rosella), *Roemeria hybrida* (L.) DC. (rosella blava), *Glaucium corniculatum* (L.) RUDOLPH (rosella de foc); el gènere *Fumaria* (coneguts tots els seus membres popularment com fumusterres): *F. agraria* LAG., *F. barnolae* SENNEN ET PAU, *F. bastardii* Boreau, *F. densiflora* DC., *F. officinalis* L., *F. parviflora* LAM.; o altres gèneres menors com



Fig. 3.7. *Veronica trichadena* JORDAN ET FOURR., una planta poc coneguda de les parets i clapers del Migjorn de Menorca.



Fig. 3.8. Comunitat de teròfits en un petit cocó de marés prop de torre d'en Galmés.

*Hypocoum* amb *H. imberbe* Sm. i *H. pendulum* L. Fins fa pocs anys, la composició florística de les comunitats segetals a Menorca era poc coneguda, però darrerament una sèrie d'aportacions n'han posat de manifest la riquesa (Fraga *et al.*, 2000, 2001, 2002). Els elements etnològics, com parets seques, clapers, barraques de bestiar, etc., també originen hàbitats per a comunitats vegetals com l'associació *Theligono-Veronicetum cymbalariae* O. Bolòs, on, de més a més de les espècies més conegudes com *Theligonium cynocrambe* L. (herba saginera), *Parietaria lusitànica* L. (maia petita), *Geranium purpureum* VILL. (suassana pudenta) o *Veronica cymbalaria* BODARD., també hi creixen altres dues espècies del gènere *Veronica*, relacionades amb aquesta darrera i que tenen a les Balears l'extrem més occidental de la seva àrea de distribució: *V. panormitana* TINEO ex GUSS. i *V. trichadena* JORDAN ET FOURR. (Fig. 3.7)

Com s'ha dit abans, les terres de les esquenes són primes; açò afavoreix els freqüents afloraments rocosos que, en la majoria dels casos, no són cultivables i per açò es poden considerar com un altre punt de refugi per a les plantes no lligades als ambients antropitzats. Quan aquests afloraments són planers i prou extensos, hi apareixen les comunitats de teròfits. Els cocons i reclots que es formen en aquests roquissars són l'ambient òptim per al seu desenvolupament (Fig. 3.8); en els millors exemples la diversitat florística no té molt a envejar a les comunitats d'*Isoetes* dels sòls silícis de la Tramuntana: *Cerastium semidecandrum* L. gr., *Sedum caespitosum* (CAV.) DC., *S. rubens* L., *Crassula tillaea* LEST.-GARL., *Bellis annua* L., *Sagina apetala* ARD., *S. maritima* G. DON, *Valantia muralis* L., *Galium murale* (L.) ALL., *Arenaria leptoclados* (RCHB.) GUSS., *Minuartia mediterranea* (LEDEB.) K. MALY, *Desmazeria marina* (L.) DRUCE. Tampoc hi solen faltar alguns geòfits de mida igualment reduïda: *Scilla autumnalis* L., *Narcissus serotinus* L. (lliret de Sant Miquel), *Merendera filifolia* CAMB. (safrà bord), *Allium chamaemoly* L. o *Romulea assumptionis* GARCIA FONT.

Els afloraments rocosos esdevenen més abundants a mesura que ens acostam al barranc. La inclinació del terreny augmenta i el relleu es torna més accidentat. Als roquissars plans s'hi afegixen ribassos de penya i talussos terrosos. Tot açò es tradueix en una diversitat d'hàbitats i amb ella un increment de la riquesa florística. Al mateix temps, la irregularitat del terreny també ha fet que aquestes zones presentin un nivell d'antropització més baix. Aquest fet, juntament amb el procés actual d'abandonament del camp, estan afavorint en alguns punts una recuperació del que podria ser la comunitat llenyosa dominant en aquests replans de dalt els barrancs. Es tracta d'un ullastrar (*Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolòs et R. Mol.) amb *Phyllirea latifolia* L. (aladern de fulla ampla). De més a més, d'aquesta espècie, a les clarianes i talussos terrosos també hi destaquen altres herbàcies que senyalen la frescor de la proximitat del barranc: *Allium triquetrum* L.



(allassa), *Euphorbia pterococca* BROT., *Cyclamen balearicum* WILLK. (patata moreneta), *Pulicaria odora* (L.) RCHB. (àrnica), *Selaginella denticulata* (L.) SPRING, *Magydaris pastinacea* subsp. *femeniesii* O. BOLÒS ET VIGO (col borda de traus) (Fig. 3.9), *Rumex intermedius* DC. També en aquests ambients sovinteja un endemisme la presència del qual, fins fa poc, a Menorca era poc coneguda: *Aetheorrhiza bulbosa* subsp. *willkommii* (BURNAT ET BARBEY) RECH. f. Per altra banda, als ribassos de roca i als petits penyals que ja apareixen en aquests pendents, es comencen a veure les primeres representacions de la flora rupícola dels barrancs. De fet, com s'ha dit a la part mitjana dels barrancs, és en els punts més elevats dels penyals, que sobresurten damunt la resta, on moltes vegades apareix més enriquida la comunitat de plantes rupícoles.

La planura dels interfluvis també es veu alterada per un altre accident geogràfic, que és tot el sistema de petits barrancs, popularment coneguts com a *canalons*, que solquen les esquenes perpendicularment i conflueixen al barranc principal com a ramificacions. Els canalons poden ser de dimensions molt variables, però, com els barrancs, tots segueixen un mateix patró. La seva capçalera té una forma semicircular, com d'amfiteatre, que es coneix amb el nom de *coma*. El fet de quedar més enfonsada que la resta del terreny que l'envolta, ja basta per donar-li unes característiques ambientals diferents. Per una banda, és més fresca en no rebre tanta insolació, i, per l'altra, hi ha una major acumulació de terra com a resultat del drenatge de les terres de l'entorn. Per aquestes característiques particulars, les comes sempre han estat apreciades com a terres de cultiu i per açò la vegetació que s'hi pot veure és de tipus ruderal i arvense. La presència d'algunes plantes que poden resistir aquestes condicions d'alteració com *Ranunculus ficaria* L. (gatassa), o d'altres que es refugien a les voreres com *Ranunculus macrophyllus* DESF. (botó d'or), *Asperula laevigata* L. o *Leucojum aestivum* subsp. *pulchellum* (SALISB.) BRIQ. (allassa), ens indica la frescor d'aquests ambients.

Igualment, cas d'haver-hi vegetació arbustiva, entremig de l'ullastrar hi apareixen espècies llenyoses com *Crataegus monogyna* JACQ. (espinal) o *Prunus spinosa* L. (prunoner) que també són una senyal d'aquest major grau d'humitat. Com els barrancs, els canalons augmenten en profunditat a mesura que s'hi acosten. En la majoria de casos, però, aquest augment de fondària no va acompanyat per l'amplària, ans al contrari, molts canalons romanen estrets en tot el recorregut i alguns encara perden amplada a la part final, quedant embotits entre cingles verticals. Aquest fet els hi dóna una fisionomia particular que també ha afavorit que alguns, els més abruptes (coneguts com a canals de l'Infern), s'hagin mantingut menys alterats que altres indrets que els envolten. Per açò, en alguns d'aquests canalons, s'hi poden veure comunitats vegetals d'ambients frescals millor con-



Fig. 3.9. *Magydaris pastinacea* subsp. *femeniesii* O. BOLÒS ET J. VIGO, una planta de la part superior dels penya-segats.

servades que en els mateixos barrancs principals. Aquest és el cas de l'alzinar de barranc amb plantes com *Euphorbia characias* L. (letrera de visc), *Paeonia cambessedesii* (WILLK.) WILLK. (pampalònia) o *Cyclamen balearicum* WILLK. (patata morenera), o els penya-segats amb comunitats vegetals d'ombra on predominen les falgueres: *Phyllitis sagittatum* (DC.) GUINEA ET HEYWOOD (herba melsera), *Asplenium onopteris* L. (falzia negra), *Polypodium cambricum* subsp. *cambricum* L. (daurada), *Anogramma leptophylla* (L.) LINK. Als canalons del barranc d'Algendar és en on millor es desenvolupen els bosquets de llorens (*Laurus nobilis* L.).

### L'ABSÈNCIA DE BARRANCS: LES PLANES CALCÀRIES DELS EXTREMS DE L'ILLA

Als extrems del Migjorn és on es veu amb més claredat la importància dels barrancs com a elements generadors de diversitat florística. Tant a l'extrem de llevant (que inclou els termes municipals de Sant Lluís, Es Castell i la part meridional del de Maó), com en el de ponent (la regió d'Artrutx a Ciutadella), l'absència de barrancs importants fa que el paisatge vegetal sigui més monòton. Les variacions en aquest paisatge vegetal bàsicament obeeixen a dos factors: la distància del mar i la mà de l'home.

La vegetació de les dues zones és molt semblant i possiblement encara ho seria més si la pressió humana al llarg de la història no hagués estat tan desigual. El fet que Ciutadella hagi estat durant molts d'anys la capital de l'illa explica el major grau d'antropització d'aquella zona, encara que als darrers anys l'augment de l'activitat turística també ha tingut en l'extrem de llevant una de les principals zones d'incidència i açò també està provocant una notable alteració de la vegetació en aquesta zona.

Com correspon a la majoria de zones planes i calcàries de l'illa, el paisatge vegetal dominant actualment és de tipus mosaic. La majoria d'illes de vegetació que formen el mosaic estan constituïdes per ullastrar

(*Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolòs et R. Mol.); açò fa suposar que aquesta seria la comunitat vegetal dominant en l'absència de la pressió humana. De fet, la freqüència dels mitjans d'ullastres és més elevada a l'extrem de llevant on, com s'ha dit abans, històricament la pressió humana ha estat menor. Com passava a les esquenes, aquí també els afloraments rocosos constitueixen les altres zones on és possible trobar-hi reductes de vegetació natural. Les comunitats vegetals que s'hi desenvolupen són les mateixes que s'han esmentat en el punt anterior.

En quant a la vegetació, possiblement el tret més diferenciador d'aquestes terres planes respecte a la zona dels barrancs sigui degut a un dels factors modeladors del paisatge esmentats: la influència del mar. A diferència de la part central del Migjorn, on el nivell de costa sol ser relativament alt, aquí, als extrems sol ser més baix i açò fa que la influència del mar s'hi deixi sentir més. Aquest fet no només modela la vegetació, sinó que també ha condicionat el grau d'influència antròpica. L'ús agrícola de les terres més properes al litoral va estar limitat durant molts d'anys a la pastura o a l'explotació de la vegetació natural. Altres autors han considerat que la presència d'aquesta franja litoral de vegetació natural obeiria raons de seguretat per a protegir-se de les incursions dels pirates i corsaris (Camps i Mercadal, 1918). No va ser fins a la introducció de les tècniques d'agricultura més intensiva quan algunes d'aquestes terres es començaren a conrear de manera regular sobretot amb la segregació dels llocs originaris més importants. D'aquí que molts de llocs de vorera duguin el qualificatiu de *Nou*. Així i tot, aquesta transformació en alguns casos, que no hi va haver segregació dels llocs, no es va consumir del tot. Per tot açò, en alguns punts del litoral encara es conserva un franja de vegetació natural. Suposadament d'aquí procedeix el nom de *marina* emprat a Menorca per a designar qualsevol tipus de vegetació natural de caràcter llenyós. Per tant, és en la franja litoral d'aquestes zones del Migjorn, on hi podem trobar extensions més continuades

d'una vegetació amb el nivell d'influència humana més baix, tant a l'extrem de ponent: als trams de costa que van de Son Olivaret fins a cala Blanca i de Son Xoriguer fins a Macarella, com a l'extrem de llevant en tot el litoral des des Canotells fins a cala Sant Esteve. Encara que en els dos casos, la intensa urbanització dels darrers anys n'ha malmès extensions importants. Aquesta vegetació està bàsicament constituïda per la marina baixa de xipell i romaní que correspondria a l'associació *Loto tetraphylli-Ericetum multiflorae* O. Bolòs et R. Mol., però amb algunes diferències a la que es troba a l'interior o la Tramuntana de l'illa. Aquí aquesta comunitat és més baixa i menys densa. L'estrat arbustiú n'està format per poques espècies: *Rosmarinus officinalis* L. (romaní), *Cistus albidus* L. (estepa blanca), *Erica multiflora* L. (xipell) i *Pistacia lentiscus* L. (mata), són les més habituals. En canvi, el fet que la vegeta-

ció arbustiva sigui poc densa afavoreix una major presència de camefïts com *Fumana thymifolia* (L.) SPACH ex WEBB, *F. laevipes* (L.) SPACH, *Teucrium capitatum* subsp. *majoricum* (ROUY) T. NAVARRO ET ROSÚA (llengua de passerell), *Polygala rupestris* POURR. o *Micromeria filiformis* (AITON) BENTH. (tem bord), encara és més important la presència de teròfits. Alguns d'aquests, en el cas de Menorca, són exclusius d'aquesta comunitat vegetal: *Ononis ornithopodioides* L., *Crucianella angustifolia* L., *Tuberaria praecox* (SALZM. ex BOISS. ET REUT.) GROSSER. Els geòfits també hi són ben presents, especialment les orquídiies: *Ophrys lutea* (GOUAN) CAV. (mosques grogues), *O. speculum* LINK (mosques blaves), *O. bombyliflora* LINK (mosques petites), *O. tentbredinifera* WILLD. (mosques vermelles), *O. fusca* LINK (mosques negres), *O. balearica* DELFORGE (mosques vermelles) (Fig. 3.10), *Orchis conica* WILLD. (abe-



Fig. 3.10. *Ophrys balearica* DELFORGE, una de les orquídiies que es fa per la marina litoral del Migjorn de Menorca.

lletes) i *Anacamptis pyramidalis* (L.) RICH. (barretet). Típicament, en aquesta comunitat l'estrat arbori és escàs; l'espècie més abundant n'és el pi (*Pinus halepensis* MILL.), però també és prou abundant la sivina (*Juniperus pboenicea* subsp. *turbinata* (GUSS.) NYMAN), especialment a les localitats on la costa és més baixa. Als punts on la franja agafa més amplada o quan hi ha canalons i petits barrancs que ofereixen protecció de la influència marina, arriben a desenvolupar-se comunitats més arborescents com l'ullastrar (*Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolòs et R. Mol.) o fins i tot l'alzinar (*Cyclamini balearici-Quercetum ilicis* O. Bolòs), encara que no arriben a assolir ni l'extensió ni la riquesa d'espècies que mostren en les situacions més favorables.

## BIBLIOGRAFIA

- BOLÒS, O. 1996. *La vegetació de les Illes Balears. Comunitats de plantes*. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Naturals. Barcelona. 267 pp.
- CAMPS i MERCADAL, F. 1918. *Folklore menorquí de la pagesia*. Segona part. Biblioteca del Ateneo Científico, Literario y Artístico de Mahón. Reedició de 1987 a càrrec del Consell Insular de Menorca i Entitat Local des Migjorn Gran. 132 pp.
- FRAGA, P., GARCÍA, O. i PONS, M. 2003. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (V). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 51-66.
- FRAGA, P., MASCARÓ, C. GARCIA, O. PALLICER, X. PONS, M. i TRUYOL, M. 2000. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 63-75.
- FRAGA, P., MASCARÓ, C. CARRERAS, D. GARCÍA, O. PONS, M. i TRUYOL, M. 2001. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 44: 73-79.
- FRAGA, P., MASCARÓ, C. CARRERAS, D. GARCÍA, O. PONS, M. i TRUYOL, M. 2002. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 45: 69-79.
- FRIEBEN, B. i KÖPKE, U. 1994. Effects of farming systems on biodiversity. In: Isart, J. i Llerena eds. *Biodiversity and Land Use: The Role of Organic Farming*.
- JANSÀ, A. 1979. Climatologia de Menorca, in Vidal, J.M. (ed.), *Enciclopèdia de Menorca*, vol I, *Geografia Física*, Obra Cultural de Menorca, Maó.
- LAMPKIN, N. 1990. *Organic Farming*. Farming Press, Ipswich.
- MCNEELY, J.A. 1995. How traditional agro-ecosystems can contribute to conserving biodiversity. In Halladay, P. and Gilmour, D.A. eds. *Conserving Biodiversity Outside Protected Areas*. Cambridge: IUCN Publishing Unit, 20-40.
- PÉREZ-OBIO, R., YLL, E.I., PANTALEÓN-CANO, J. i ROURE, J.M. 2001. Canvis en el paisatge vegetal de les Illes Balears durant el final del Quaternari. In Pons, G. i Guisjarro, J.A. (eds.). 2001. *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 9: 69-89. Palma de Mallorca.
- PIMENTEL, D., STACHOW, U., TAKACS, D.A., BRUBAKER, H.W., DUMAS, A.R., MEANEY, J.J., O'NEIL, J.A.S., ONSI, D.E. i CORZILIUS, D.B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience*, 42: 354-362.
- RODRÍGUEZ, J.J. 1904. *Flórula de Menorca*. Imp. Fàbregues. Maó. 198 pp.

## EL MIOCÈ DEL MIGJORN

---

Antoni Obrador<sup>1</sup> i Luis Pomar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona

<sup>2</sup>Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears

### INTRODUCCIÓ

Presentam aquí la síntesi de les publicacions anteriors sobre el Miocè de Menorca, confrontades amb els resultats de les nostres investigacions més recents (Obrador *et al.*, 1992 i Pomar *et al.*, 2002). Aquest resum no ha estat fàcil, en bona part, a causa de l'ambigüitat d'algunes publicacions que inclouen descripcions i interpretacions que, a vegades, han estat fetes sense dades que les fonamentin. Les publicacions sorgides al voltant de la celebració del X Congreso Nacional de Sedimentología (Menorca, 1983) mostren clares discrepàncies en relació a les unitats estratigràfiques que es poden diferenciar. Aquestes discrepàncies esdevenen més evidents amb la publicació del mapa geològic de Menorca a escala 1:25.000 (Rosell *et al.*, 1989) pel desacord palès en l'atribució d'alguns afloraments a una o altra unitat estratigràfica.

### ANTECEDENTS

La primera cita bibliogràfica referent al Miocè menorquí és la d'Armstrong (1752); a la seva *Història de l'illa de Menorca* inclou un mapa geològic i una làmina amb fòssils (equí-

nids i dents de tauró) d'aquesta edat. Fet i fet, és Hermite (1879) el primer autor que estableix amb exactitud la presència de terrenys miocènics a Menorca. Més tard, Nolan (1895) en destaca el caràcter transgressiu que tan sols arriba a cobrir la meitat meridional de l'illa. D'altres treballs pioners que podem destacar, en relació a aquesta primera època, són els de Fallot (1923), Nolan (1933) i les aportacions paleontològiques de Bauzá (1966, 1967), Colom (1960), Bauzá i Mercadal (1961, 1962). La datació més precisa del Miocè menorquí, en aquesta primera època, és la de Bourrouilh i Colom (1968) que li assignen una edat vindoboniana i més tard Bizon *et al.* (1973) que l'atribueixen a la zona N16 de foraminífers de Blow.

Una segona època es pot considerar iniciada amb la tesi doctoral d'Obrador (1970a). En la seva opinió, la conca on es van dipositar els materials miocènics del Migjorn menorquí es va originar per processos tectònics de tipus extensional, associats a l'orogènesi alpina. Fou en el Miocè inferior quan es delimità una àrea emergida, generadora de sediment, i una conca subsident amb una elevada producció autòctona de naturalesa carbonàtica i, al mateix temps, receptora de sediments al·loctons procedents de la zona de Tramuntana. El contacte entre les dues zones (Tramuntana i Migjorn) és interpretat, en aquest treball, com un sistema de falles que controlen la sedimentació en el vorell de

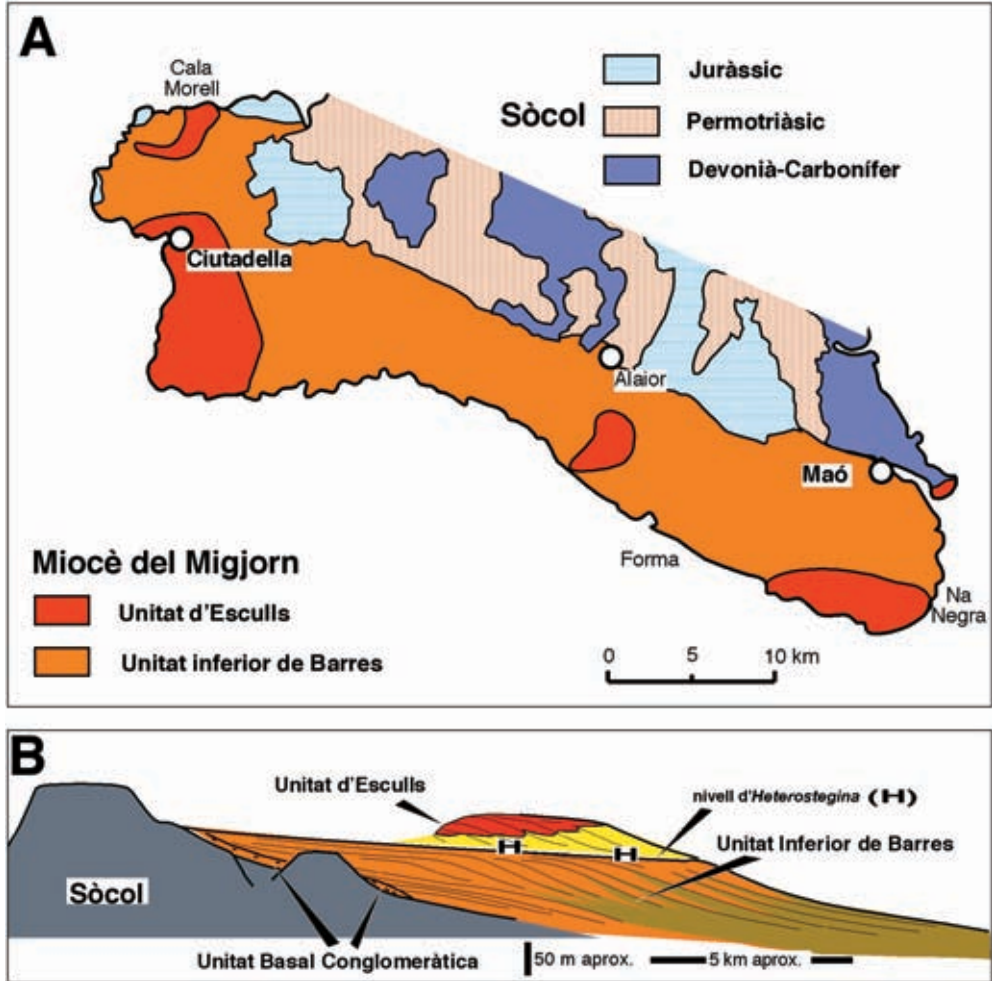


Fig. 4.1. Unitats deposicionals del Neogen del Migjorn menorquí. Modificat de Obrador *et al.*, 1983a. A: Mapa del Migjorn de Menorca que mostra els afloraments de les unitats Inferior de Barres i Escullosa (la cartografia de la Unitat d'Esculls al sud d'Alaior és incompleta a causa de la inaccessibilitat dels afloraments de la part central del Migjorn). B: Esquema estratigràfic sintètic del Miocè del Migjorn.

la conca. Aquest autor defineix tres unitats: una inferior conglomeràtica i sintectònica, de caràcter predominantment continental, associada a sediments marins, una intermèdia transgressiva i una superior netament regressiva. Atribueix una edat helveciana a les unitats inferiors i una edat helveciana-pleiocènica a la superior (Obrador 1970a, b i Obrador 1972-73). La interpretació de fàcies litorals a la unitat superior regressiva, portà aquest autor a considerar

el rebliment progressiu de la conca i el desplaçament de la línia de costa cap al sud. Estima que la potència del Miocè supera els 500 m.

Bourrouilh (1973) discrepa d'alguns aspectes d'aquest model. Segons aquest autor el Miocè menorquí estaria constituït per dos episodis transgressius separats per una regressió limitada provocada per reajustaments del sòcol. Altres punts de divergència es refereixen al significat del límit entre les regions de Tramuntana

i Migjorn, que ell interpreta com un límit erosiu. Considera que una gran part de la Tramuntana va ser coberta per la mar vindoboniana i, per tant, els dipòsits miocènics del Migjorn no correspondrien a sediments litorals ni estarien associats a un sistema de falles.

Bizon *et al.* (1973) identifiquen a Menorca i Mallorca microfaunes del Messinià, que pertanyen a un mar càlid, obert i de salinitat normal. Posteriorment Bizon *et al.* (1975, 1978) consideraren la possibilitat que la sedimentació miocènica tingués el seu inici al Burdigalià.

Els treballs d'Obrador i Bourrouilh (oo. cc.) obren una polèmica que, a hores d'ara, encara no està clarificada del tot per la falta de datacions precises d'alguns afloraments i, en conseqüència, per la dificultat de demostrar algunes de les correlacions que proposen els autors a les seves interpretacions. Una d'aquestes discussions està relacionada amb el significat i la datació dels conglomerats aflorants al port de Maó, cala Morell i macar de sa Llosa (aquest darrer aflorament situat a la regió de Tramuntana). Bourrouilh (1970, 1973, 1983) assigna una edat oligocènica-miocènica inferior als conglomerats del macar de sa Llosa, mentre que, Rosell *et al.* (1976), per contra, consideren, sense arguments paleontològics, que els tres afloraments esmentats anteriorment són sincrò-

nics i d'edat miocènica. L'edat oligocènica és acceptada, amb reserves, per Bizon *et al.* (1978) i corroborada per Ramos (1988). Obrador *et al.* (1983d) consideren que els conglomerats de cala Morell pertanyen a dues unitats estratigràfiques diferents totes dues d'edat miocènica.

Una tercera època es pot considerar oberta amb la publicació d'un nou model sedimentològic (Barón *et al.*, 1979), diferent dels anteriors d'Obrador i de Bourrouilh. Barón *et al.* consideren el Neogen menorquí format per dues grans unitats: una inferior, que inclou les fàcies conglomeràtiques de cala Morell i un conjunt de limolites calcàries atribuïdes al Tortonià (que interpreten com a fàcies de talús d'escull), i una unitat superior escullosa que comprèn fàcies de calcarenites, calcisiltites i calcarenites dolomititzades amb rodofícies, atribuïda al Tortonià superior. Aquest model incorpora, per primera vegada, un complex d'escull de coralls a la plataforma del Migjorn menorquí. Aquest fet portà a una revisió sistemàtica del Miocè de les Balears que fou analitzada primerament per Riba (1981, 1983).

Com a conseqüència de la celebració a Menorca, l'any 1983, del X Congreso Nacional de Sedimentología es generen noves aportacions entre les que destaquen les de Rosell i Llompart (1983), Barón *et al.* (1983, 1984) i

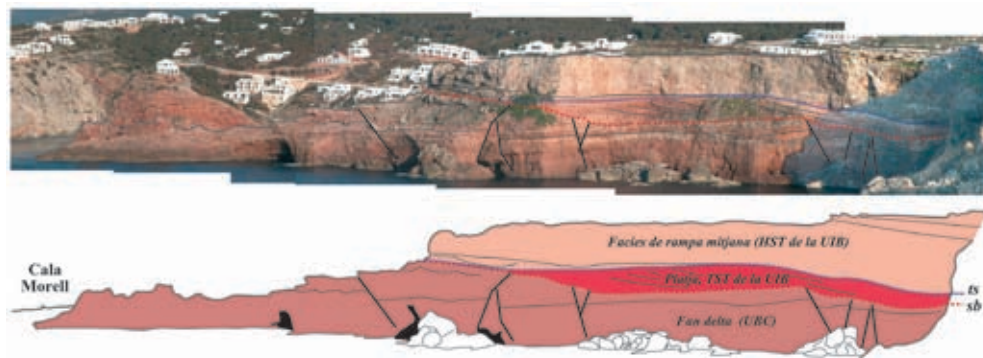


Fig. 4.2. Conglomerats de la Unitat Basal i de la Inferior de Barres a es cul de sa Ferrada (cala Morell). A) Fàcies *rhodalgal* (rampa mitjana) de la UIB corresponent al conjunt de sistemes d'alt nivell (HST: *Highstand Systems Tract*). B) Fàcies de platja conglomeràtica (*foreshore*) de la base transgressiva (TST: *Transgressive Systems Tract*) de la UIB, limitada a la base per una superfície de discordança angular, que correspon a un límit de seqüència (sb) i al sostre per una superfície d'erosió (*ravinement*) que correspon a la superfície transgressiva (ts). C) *Fan delta* de la UBC. Està lleugerament basculat i afectat per fractures subverticals que s'interrompen a la superfície de discordança que la limita al sostre.

Obrador *et al.* (1983a, b, c, d). Rosell i Llompart (1983) defineixen tres unitats amb valor de seqüències deposicionals separades per discordances situades a  $-11,5$  i  $-6,6$  Ma, malgrat l'absència de datacions. La unitat inferior és conglomeràtica (fàcies de *fan delta*), la intermèdia calcarenítica (fàcies d'illes barreres separades per canals mareals) i la superior, escullosa.

Obrador *et al.* (1983a) diferencien cinc unitats integrades en dues seqüències deposicionals. La seqüència inferior comprèn una Unitat Basal i una Unitat Detrítica que enregistren un cicle transgressiu-regressiu de caràcter sintectònic. L'atribueixen al Miocè inferior i la correlacionen amb els dipòsits d'aquesta mateixa edat que afloren a l'illa veïna de Mallorca. La seqüència superior abasta tres unitats: la Unitat Inferior de Barres, discordant sobre la seqüència inferior o sobre el sòcol premiocènic, enregistra un ràpid episodi transgressiu seguit d'una regressió. Inclou fàcies de plataforma progradant cap al sud i és atribuïda al Tortonjà. Una important ruptura

sedimentària marca l'inici de la Unitat d'Esculls (Unidad Arrecifal d'Obrador *et al.*, 1983a) que comprèn fàcies de plataforma externa, talús i paret escullosa i és atribuïda al Tortonjà superior-Messinià. Per últim la Unitat Superior de Barres s'hi adossa i/o recobreix les fàcies de talús de la Unitat d'Esculls o les megalàmies de progradació de la Unitat Inferior de Barres i s'assigna, amb molta incertesa, al Messinià-Pliocè. Aquesta Unitat Superior de Barres ha estat descartada recentment com a unitat estratigràfica independent i reinterpretada com a dunes submarines al peu de les fàcies de talús de la Unitat Inferior de Barres (Pomar *et al.*, 2002).

Barón *et al.* (1984) complementen, amb informació de superfície, el seu model basat en dades de sondejos per tal d'evidenciar les fàcies "ocultes" i fer possible la correlació entre les unitats superficials i les del subsòl. Presenten un mapa amb la disposició del sòcol i estableixen la relació entre el model geològic i el funcionament hidràulic de l'aqüífer més

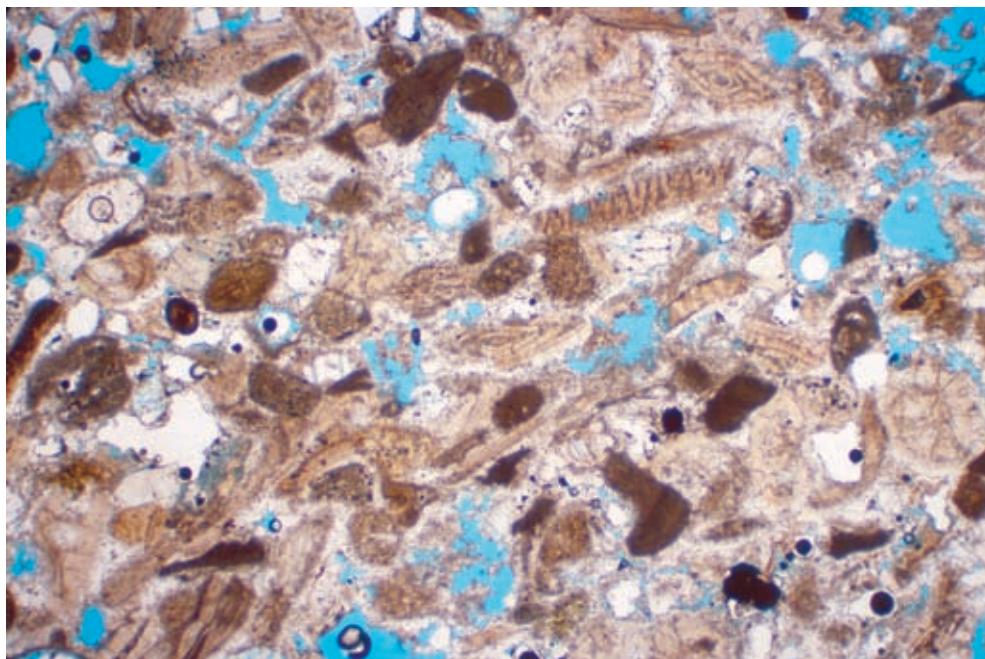


Fig. 4.3. Detall de la fàcies de *grainstones* amb estratificació encreuada (rampa intermèdia a cala Rafalet). S'hi poden reconèixer *Amphistegines* i d'altres foraminífers bentònics, fragments de mol·luscs i algues rodofícies (el costat llarg de la microfotografia amida 5 mm).



important de l'illa. Jurado (1984, 1985) realitza una exhaustiva anàlisi del Neogen de la zona occidental de l'illa (Ciutadella) entre punta Nati i cap d'Artrutx. Accepta les cinc unitats definides per Obrador *et al.*, (1983a) i descriu detalladament les textures, components i característiques generals dels materials de fàcies esculloses (Unitat d'Esculls).

Guimerà (1985) estudia el Miocè de la part central dels penya-segats del Migjorn, entre cala Binidalf i cales Coves, que atribueix a la Unitat d'Esculls. Descriu, de manera superficial, uns nivells laminats i ondulats, que havien estat citats i interpretats prèviament per Rosell i Llompart (1983) com estromatòlits, entapissant les barres que afloren entre cala Canutells i es Caparrot de Forma. La interpretació d'aquestes fàcies laminades com a formacions estromatolítiques és, al nostre entendre, gratuïta per la manca de dades. Basant-se en les associacions de fàcies i el seu contingut fossilífer, Obrador *et al.* (1992) i Pomar *et al.* (2002) les han interpretades com a hemipelagites finament laminades i interestratificades amb turbidites i debrites (dipòsits de *debris flow*).

Colom (1985), basant-se a les mostres d'un sondeig d'Es Migjorn Gran, detecta fàcies evaporítiques del trànsit Miocè-Pliocè. Aquesta cita mai no ha estat tinguda en compte per altres investigadors.

Fornós (1987) estudia els sediments actuals de la plataforma balear per tal d'establir un model de plataforma carbonàtica de mars temperats i els compara amb el registre fòssil del Miocè. Tot acceptant les unitats definides per Obrador *et al.* (1983a), complementa la seva descripció amb l'anàlisi quantitativa de la composició dels diferents components esquelètics i litoclàstics. Les fàcies que troba a la Unitat Basal són molt variades, des de les totalment terrígenes a les totalment bioclàstiques, destacant-hi la presència d'esculls de coralls, localment ben desenvolupats, que permeten inferir unes condicions més càlides que les actuals. L'absència de peloides, oòlits i algues verdes no permet considerar aquestes fàcies com a pertanyents a l'associació *Chlorozoan* de Less (1973) a la vegada que la presència de coralls les exclou de l'associació *Foramol*. Pel

que fa a la Unitat Inferior de Barres, el gran percentatge d'algues rodofícies, briozous i mol·luscs juntament amb l'absència de coralls i algues verdes permeten atribuir aquests materials a la fàcies *Foramol*. Per últim la composició dels sediments assignats a la Unitat d'Esculls marca una clara diferència amb les unitats anteriors: la presència de colònies ben desenvolupades de coralls, d'algues verdes i una composició tipus *Chlorozoan*.

Rosell *et al.* (1989), a les memòries explicatives de la cartografia geològica a escala 1:25.000 publicada per l'I.G.T.E, descriuen la zona de Migjorn com una complexa plataforma carbonàtica, localment escullosa. Consideren vigents les unitats definides per Rosell i Llompart (1983) sense esmentar les discrepàncies existents pel que fa a l'edat i a la interpretació sedimentològica proposada per Obrador *et al.* (1983a, b, c, d). A la cartografia de la unitat intermèdia diferencien un sistema d'esculls bioconstruïts que limiten un *lagoon* o albufera cap a la zona de Tramuntana i fàcies de talús cap a mar obert. La unitat superior, també escullosa i amb un *lagoon* poc desenvolupat que no descriuen, la consideren constituïda per un mínim de set unitats progradants la darrera de les quals correspon a la Unitat Superior de Barres d'Obrador *et al.* (1983c). Per a estalonar aquesta interpretació presenten una cartografia que, en molts casos, no es correspon amb les litofàcies que es troben sobre el terreny. Mencionen (full 647, Maó, p. 22) que el contingut paleontològic d'aquesta unitat ha estat estudiat per Llompart (1982, 1983) i Llompart i Calzada (1982). Hem de fer notar el lapsus cronoestratigràfic que aquestes referències impliquen: el treball de Llompart (1983) fa referència al *Ambiope bioculata* que situen a les fàcies conglomeràtiques inferiors i el de Llompart i Calzada (1982) als braquiòpodes messinians que en altres descripcions (full 646, cala en Brut i Alaïor, p. 14) situen a la unitat intermèdia dataada com a tortoniana. El treball de Llompart (1982), que estudia els nòduls algal de Binidalf, és l'únic que correspon a un aflorament que cartogràficament entra dins aquesta unitat, encara que al nostre parer (Obrador *et al.*, 1983a) pertany a la unitat intermèdia.



Fig. 4.4. *Clinobeds* de cala Biniparratx (*rudstones/flostones* de rodòlits) a les fàcies del talús de la rampa.

Obrador *et al.* (1992) estudien en detall les fàcies de la Unitat Inferior de Barres als voltants de Forma. Hi distingeixen cinc associacions de fàcies: (1) gresos, conglomerats i calcarenites amb estratificació inclinada planar i unidireccional, (2) *packstones* bioturbats de gra fi, (3) *packstones* i *grainstones* de gra mitjà a groller, (4) *packstones*, *grainstones* i *rudstones* amb abundants rodòlits que presenten *clino-beds* oblics i sigmoidals i (5) *rudstones* amb còdols de rodòlits i oolites clarament resedimentats (bretxes de Forma). Estudien acuradament les fàcies amb rodòlits de Binidali que interpreten com a fàcies de rampa externa i analitzen amb detall el significat dels còdols amb oolites de les bretxes de Forma que reflexen l'existència de fàcies oolítiques d'edat tortoniana no reconegudes *in situ*. Com que els dipòsits atribuïts a la rampa interna no es troben resedimentats en la rampa externa, proposen que la Unitat Inferior de Barres correspon a una *distally steepened ramp* (*sensu* Read, 1985). Per últim correlacionen la discontinuïtat que representa aquesta bretxa amb la superfície de carstificació o erosió que separa la

Unitat Inferior de Barres de la Unitat d'Esculls en altres punts de l'illa (s'Algar, cala en Blanes). Aquestes interpretacions han estat parcialment modificades per Pomar (2001) i Pomar *et al.* (2002).

Gómez (1999) atribueix els conglomerats que afloren en el penya-segat de la costa entre punta Nati i cap Bajolí a la Unitat Basal d'Obrador *et al.* (1983a i d); els situa per sota d'unes calcarenites dolomítiques equivalents a la Unitat Inferior de Barres dels autors abans esmentats i els hi assigna una edat tortoniana. Aquesta correlació no és compartida per Rosell *et al.* (1989) que col·loquen aquestes calcarenites dins la unitat superior del Miocè.

Pomar *et al.* (2002) descriuen i analitzen una altra vegada i amb més detall les fàcies de la Unitat Inferior de Barres al sector oriental de l'illa, encara que a la seva anàlisi hi inclouen també alguns afloraments del sector occidental. La bona qualitat dels afloraments del sector oriental de l'illa permet interpretar aquesta unitat com una rampa progradacional amb ruptura distal (*distally steepened ramp*) que inclou litofàcies de tipus *rhodalgal* d'on

són absents els esculls coral·lins. La seva potència, manejant les dades de Barón *et al.* (1984), és estimada en uns 500 m i l'atribueixen al Tortonià inferior. Consideren les relacions d'aquesta rampa amb la Unitat d'Esculls suprajacent a la qual assignen una edat Tortonià superior-Messinià i reinterpreten la superfície de discontinuïtat que separa les dues unitats esmentades. Aquesta discontinuïtat, en posicions mitjanes de la rampa, està associada a una capa de potència mètrica formada per *rudstone* d'*Heterostegina* amb grans *Clypeaster* (que també s'ha descrit a Mallorca en la mateixa posició) i, tan sols a l'est de l'illa (na Negra-s'Algar), es correlaciona amb una superfície de dissolució amb dipòsits de fosfats i glauconita, molt rica en foraminífers planctònics. El significat d'aquesta ruptura sedimentària, en termes d'estratigrafia seqüencial, havia estat prèviament considerat en detall per Pomar (2001). Les discrepàncies més evidents amb Rosell *et al.* (1989) són degudes a que la majoria dels afloraments descrits en aquest treball dins de la Unitat Inferior de Barres, són inclosos per Rosell *et al.* (1989) dins de la unitat superior escullosa, malgrat estiguin situats per sota d'aquesta important discontinuïtat estratigràfica que separa ambdues unitats sedimentàries.

Rosell i Llompart (2002) publiquen una extensa guia pràctica de geologia. En no incloure cap referència a les aportacions fetes per altres autors, deixen sense ponderar moltes interpretacions discrepants que sobre un mateix aflorament han estat publicades. Com a novetat mencionen que la darrera transgressió miocènica retreballa els nivells de còdols, transportats pels torrents quan el nivell de la mar era més baix i es desenvolupen tapisos de cianòfits (caleta de sa Cigonya) que correlacionen amb la crosta ferruginosa de s'Algar. Diuen que, en generalitzar-se l'ambient transgressiu, es restableix la sedimentació marina i es dipositen calcarenites i calcàries esculloses de la unitat miocènica superior que correlacionen amb el Complex Carbonàtic Terminal, equivalent de les Calcàries de Santanyí descrites a la veïna illa de Mallorca, encara que amb fàcies molt diferents.

## FÀCIES I UNITATS

En aquest treball proposem, d'acord amb les dades estratigràfiques disponibles, una subdivisió estratigràfica del Miocè menorquí (Fig. 4.1), que modifica parcialment les unitats definides per Obrador *et al.* (1983a). La nova Unitat basal conglomeràtica (UBC) del present treball inclou la Unitat Basal (UB) i la Unitat Detrítica (UD), que tan sols es coneixen al sector occidental de l'illa, i en afloraments molt petits. El seu límit superior és una superfície de discordança angular, i pensem que pot ser atribuïda al Miocè inferior i/o mitjà. La Unitat Inferior de Barres (UIB) és atribuïda al Tortonià inferior (N16 de Blow) i la Unitat d'Esculls (UE) (Unidad Arrecifal d'Obrador *et al.*, 1983a) al Tortonià superior-Messinià (N17) d'acord amb les dades de Bizon *et al.* (1973) a Mallorca i Menorca, Álvaro *et al.* (1984) a Mallorca i Pomar *et al.*



Fig. 4.5. Detall de les fàcies de rampa externa (*wackestone/packstone* finament laminades). Ses Capelles (localització a la Fig. 4.14).

(1996) també a Mallorca i Menorca. Considerem que la Unitat Superior de Barres prèviament definida per Obrador *et al.* (1983a) no correspon a una unitat estratigràfica independent; les noves i detallades dades cartogràfiques i estratigràfiques obtingudes recentment (*vide* figures 3 i 14 in Pomar *et al.* 2002) permeten veure clarament que aquestes barres estan intercalades als dipòsits del peu de talús de la rampa tortoniana (Unitat Inferior de Barres).

### Unitat basal conglomeràtica (UBC)

Inclou la Unitat Basal (UB) i la Unitat Detrítica (UD) d'Obrador *et al.* (1983a); és equivalent en part a la Unitat Inferior de Rosell i Llompart (1983) i a la T<sup>a</sup> de Barón *et al.* (1983). Constituïda bàsicament per conglomerats, presenta un caràcter discontinu i aflora, localment,

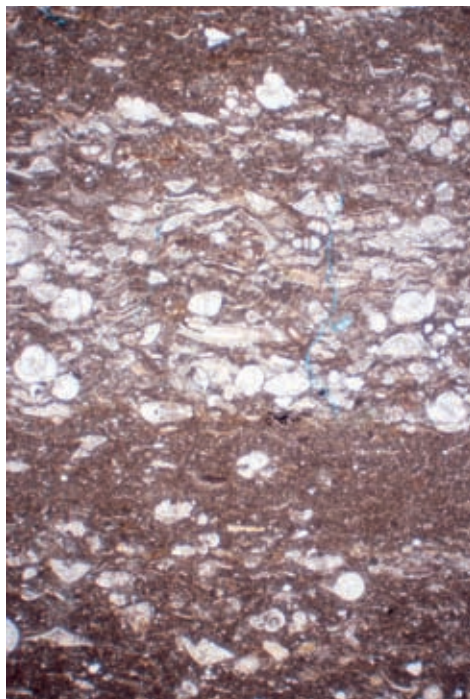


Fig. 4.6. Làmines milimètriques a les fàcies de rampa externa: alternança de wackestone/packstone amb foraminífers planctònics i petits foraminífers bentònics (el costat llarg de la microfotografia amida 5 mm).

a les immediacions del contacte entre les regions de Migjorn i Tramuntana (cala Morell) o bé fossilitzada el sòcol mesozoic entre es Llosar i es pont d'en Gil. A cala Morell (es cul de sa Ferrada), s'hi poden observar dues unitats conglomeràtiques clarament diferents (Fig. 4.2). La inferior (UBC) forma part d'un *fan delta*, està afectada per falles verticals i està truncada, al sostre, per una superfície d'erosió. Per sobre, en discordança angular, hi ha un altre cos conglomeràtic amb estratificació encreuada de baix angle, que ha estat interpretat com a dipòsit de platja retrogradant (*Transgressive Systems Tract*, TST) del sistema transgressiu (Obrador *et al.*, 1983d; Pomar *et al.*, 2002). La Unitat Inferior de Barres recobreix tant els dipòsits de platja del sistema transgressiu com la UBC i el basament. Els dipòsits conglomeràtics que afloren al port de Maó no poden atribuir-se a la Unitat Basal Conglomeràtica, ja que són part dels dipòsits litorals (*fan delta*) de la Unitat Inferior de Barres (rampa tortoniana) (Pomar *et al.*, 2002). Dipòsits basals conglomeràtics han estat també detectats en nombrosos sondatges de la zona de Ciutadella, Es Migjorn Gran i Maó (Barón *et al.*, 1984 i Fornós, 1987), però aquests dipòsits conglomeràtics tampoc poden assignar-se amb seguretat a la UBC, ja que poden ser part de les platges transgressives, retrogradants, que es troben a la base de la rampa (es cul de sa Ferrada), o són part dels *fan deltas* als marges de la rampa (port de Maó).

a) CONGLOMERATS QUE FOSSILITZEN EL SÒCOL MESOZOIC. A la zona de Ciutadella aquesta fàcies (UB d'Obrador *et al.*, 1983a i d) està constituïda per còdols i blocs de dolomies procedents del basament mesozoic que incorporen abundants restes fòssils entre les quals destaquen els coralls. Els còdols i també el basament es troben perforats per mol·luscs i esponges. La màxima potència observada és de 40 m (punta Espardina). Localment fossilitzen conglomerats i bretxes càrstiques (cap Bajolí) de caràcter continental que, pel fet de trobar-se aïllats, fan problemàtica la seva atribució al Miocè. Així i tot, la presència de *Gymnesicologus* ha permès atribuir alguns afloraments al Languià (Quintana, 1998). Altres dipòsits de característiques sedimentològiques similars, però amb altres asso-



Fig. 4.7. Dunes al peu del talús (cap d'en Font).

ciacions faunístiques, han estat situats en el Messinià (Seguí *et al.*, 2001). Aquest fet aconsella incloure només dins de la UBC aquells dipòsits que puguin ser datats com del Miocè inferior/mitjà o que es trobin recoberts per la UIB, mitjançant una discordança.

Les característiques sedimentològiques d'aquests materials permeten interpretar-los com a dipòsits d'ambient litoral o de peu de penya-segats (Obrador, 1970a) i amb tota seguretat representen els primers sediments marins del Neogen menorquí.

b) CONGLOMERATS ADOSSATS AL BASAMENT, A LA ZONA DE TRAMUNTANA. Corresponen a fàcies desorganitzades amb còdols i blocs de mida molt variable que puntualment poden superar els 3 m de diàmetre. La matriu lutítica o arenosa és molt abundant fins al punt que a vegades els còdols es troben aïllats i "surant" dins de la matriu (*matrix-supported*). El contacte inferior i superior és pla a escala d'aflorament. Els cossos conglomeràtics presenten, freqüentment, bases erosionals i han estat interpretats com dipòsits de canal. La composició dels còdols i blocs està

molt condicionada per la naturalesa de l'àrea font. A la zona de cala Morell, els còdols són de procedència permotriàsica i juràssica i la seva mida depèn de la posició dins el sistema deposicional. Entre cala Morell i el codolar de Biniatram els còdols i blocs omplen una vall originada per processos tectònics (Bourrouilh, 1973). A cala Morell-es cul de sa Ferrada, les fàcies conglomeràtiques passen, en direcció a l'oest (punta Espardina, s'Encletxa de s'Ull de Sol), a gresos que contenen molt escassos foraminífers. Els pocs afloraments de la part central mostren una àmplia varietat litològica. El fet que aquesta fàcies conglomeràtica es trobi sempre, tant en superfície com en profunditat, en relació a esglaons del basament premiocènic (zones de fractures?), com també les seves associacions de fàcies i la seva organització interna, permeten atribuir-ne la formació (Rosell, *et al.*, 1976, Obrador *et al.*, 1983a) a dipòsits torrencials que desembocaven directament al mar on eren retreballats per les onades, com demostren les estructures sedimentàries i els còdols amb marques de bioerosió (esponges i mol·luscs litòfags).

### Unitat Inferior de Barres (UIB)

Correspon a la rampa tortoniana de Pomar (2001) i de Pomar *et al.* (2002), a la Unitat Intermèdia i part de la Superior de Rosell i Llompart (1983) i a la T<sup>2</sup> (i presumiblement la M<sup>1</sup>) de Barón *et al.* (1983). Inclou també els dipòsits amb estratificació encreuada que prèviament s'havien diferenciat com a Unitat Superior de Barres per part d'Obrador *et al.* (1983a). És expansiva a la base i discordant sobre la UBC (cul de sa Ferrada) o directament sobre el sòcol precambrià. Amb una potència estimada d'uns 500 m segons Barón *et al.* (1984), comprèn les següents litofàcies (Pomar *et al.*, 2002):

a) CONGLOMERATS I GRESOS. Aflora de manera espectacular al port de Maó i al cul de sa Ferrada (cala Morell). Es poden diferenciar tres subfàcies: (1) conglomerats i gresos/limolites roges sense fauna marina (2) gresos conglomeràtics amb estratificació encreuada i fauna marina i (3) conglomerats i gresos conglomeràtics.

Els conglomerats i gresos/limolites roges (1) es presenten interestratificats amb còdols subangulosos derivats predominantment del Paleozoic en el sector oriental de l'illa i del Permotrias a l'extrem occidental. També inclouen còdols de dolomies del Mesozoic. La matriu és arenosa o llimosa i localment és de color roig. L'estratificació és poc aparent. Puntualment algunes capes presenten conglomerats sense matriu amb còdols discoïdals imbricats. Els còdols carbonatats no mostren traces de bioerosió. En el port de Maó (punta Roja) els gresos i limolites de color roig tenen una potència mètrica i presenten estructures de rels. Els fòssils marins en són absents. Interpretam aquesta litofàcies com a corresponent a un dipòsit continental en un ambient de ventalls al·luvials, o sigui, amb unes característiques similars als conglomerats subjacents de la UBC dels quals es troben separats (cul de sa Ferrada) per una superfície de discordança (al port de Maó aquesta superfície de discordança no és detectable degut a l'orientació dels afloraments). L'atribució per part nostra d'alguns afloraments conglomeràtics a la UIB o a la UBC, la feim solament a partir de les relacions laterals i verticals de fàcies (visibles o interpretades).

Els gresos conglomeràtics amb estratificació encreuada (2) són quarosos, moderadament classificats i suporten còdols subangulosos de fins a 15 cm de diàmetre que en alguns afloraments es presenten imbricats. La seva potència màxima és d'uns 3 m amb capes decimètriques inclinades de 5 a 10°. En el port de Maó (illa del Rei, es Canal) inclouen abundants equínids plans (*Amphiope*) i altra fauna marina. Al cul de sa Ferrada (cala Morell), són inaccessibles per la seva posició al penya-segat. Aquesta litofàcies és interpretada com un dipòsit de platja de baixa energia (*foreshore*).

La fàcies de conglomerats i gresos conglomeràtics (3) està formada per capes de conglomerats de 0,5 a 1 m de potència amb estratificació subhoritzontal o lleugerament inclinada. Moltes superfícies d'estratificació són difuses o ondulades però algunes són netes i clarament erosives. Ben igual que els conglomerats descrits anteriorment, presenten còdols derivats del Paleozoic en el sector oriental de l'illa i del Mesozoic en el sector occidental. Els còdols carbonatats estan perforats per mol·luscs litòfags i esponges i els procedents del Paleozoic tenen forma discoïdal i es presenten imbricats. El gresos, amb abundant quantitat de quars de gra gruixut a mitjà/fi, estan mal classificats i inclouen alguns còdols aïllats. Són abundants les estructures de bioturbació, com també equínids (*Amphiope*) sencers o els seus fragments, i també motles de bivalves (cala Figuera) i restes de foraminífers bentònics. Alguns nivells mostren fantasmes d'estratificació encreuada unidireccional de baix angle. Aquesta litofàcies ha estat interpretada com a dipòsit de *fan delta*, remanegat en un ambient de *shoreface*.

b) *PACKSTONE* BIOTURBATS. Aquesta litofàcies és l'equivalent lateral dels conglomerats i gresos descrits anteriorment, però també els recobreixen. Es presenta des de massiva a ben estratificada, encara que els plans d'estratificació són, en general, poc evidents a causa de la manifesta bioturbació (es cul de sa Ferrada, cala Figuera, cala Sant Esteve). De manera incipient es poden apreciar fantasmes d'estratificació encreuada unidireccional (punta de Binissaida). Es tracta de *packstones* de mol·luscs i foraminífers amb grans de mida

fina a mitjana, que inclouen motles de fragments de bivalves i altra fauna de mida grossa. Està intensament dolomititzada i els grans de quars hi són abundants o, localment, predominants. La presència de grans detrítics de dolomia amb sobrecreixements de dolomia és característica d'aquesta litofàcies (Freeman *et al.*, 1983). Els nivells basals són rics en fragments d'equínids i motles de bivalves i gasteròpodes. Localment *Thalassinoides ophiomorpha* hi abunda, com també una estructura d'aspecte radial que fins al present no hem trobat descrita. Alguns foraminífers bentònics i fragments d'algues roges hi són presents. L'absència d'estructures d'onatge en un ambient que considerem de poca fondària, així com la mala selecció dels components d'aquesta fàcies, permet pensar que es tracta de sediments atrapats per prades de fanerògames (*vide* Pomar *et al.*, 2002 per a més detalls). Una interpretació alternativa podria atribuir aquesta fàcies a un ambient d'albufera, cosa que descartam, ateses les associacions de fàcies.

C) *GRAINSTONES* AMB ESTRATIFICACIÓ ENCREUADA. Aquesta fàcies representa un pas lateral de la descrita anteriorment o bé s'hi presenta interestratificada i en general està intensament dolomititzada, tot i que hi ha llocs on es preserva la seva composició original calcítica. Inclou rodòlits (aïllats o agrupats), fragments d'algues roges, equínids, briozous, mol·luscs i foraminífers (*Amphistegina* i alguns fragments d'*Heterostegina*) (Fig. 4.3). Els components terrígens (dolomia i quars de calibre arena) estan poc rodats. La característica principal d'aquesta fàcies és la estratificació encreuada de tipus planar o còncava amb sets de 10-20 cm de potència i angles d'inclinació de 4-5° (es Barrancons i cala Piques). La laminació interna presenta inclinacions de 10-20° cap el WNW (es Barrancons). Aquestes unitats s'agrupen en paquets de 2-5 m de potència i no presenten estructures d'onatge. Als afloraments orientals de Menorca, la mida d'aquestes estructures encreuades augmenta en direcció al sud, des des Barrancons fins a cala Rrafalet. La bioturbació és abundant i localment

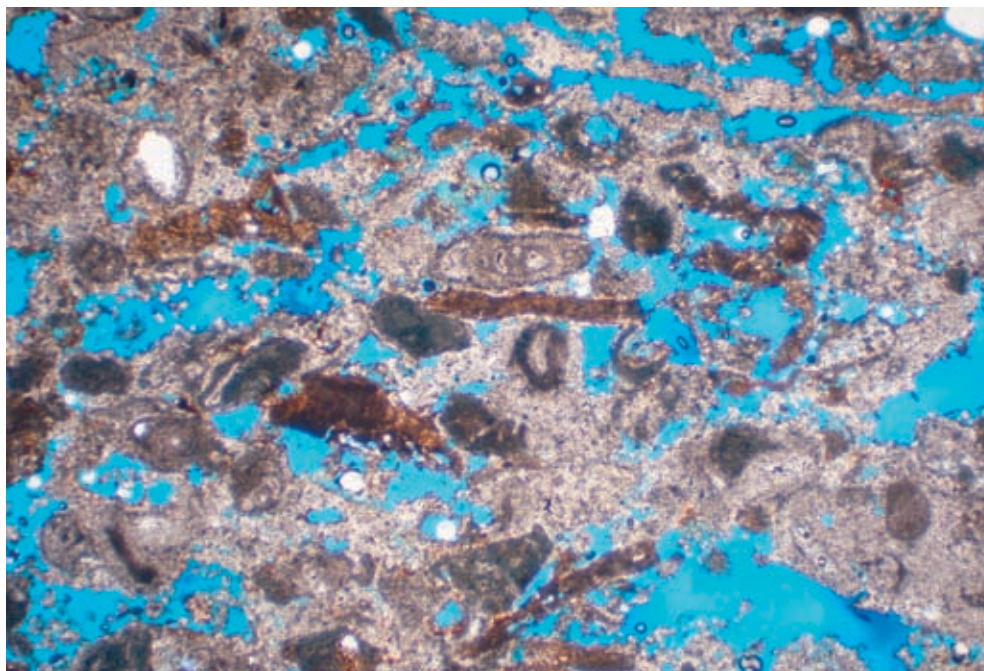


Fig. 4.8. *Grainstone* dolomititzat amb fragments de rodofícies (dunes al peu del talús. Cap d'en Font). El costat llarg de la microfotografia amida 5 mm.

esborra del tot l'estratificació. Aquesta litofàcies és interpretada com a dunes subaquàtiques formades per un corrent unidireccional paral·lel a la costa, a fondàries d'entre 40 i 70 m (per a més detalls en aquesta interpretació veure Pomar *et al.*, 2002).

d) *GRAINSTONES/RUDSTONES* AMB RODÒLITS. Aquesta fàcies es presenta en pas lateral (cap al sud) de l'anteriorment descrita i es caracteritza per una estratificació inclinada de gran escala (*clinobeds*) amb angles de 15-20° (Fig. 4.4). Està també molt dolomititzada. Aquests *clinobeds* estan formats per *rudstones/flostones* de rodòlits intercalats amb *grainstones* d'algues roges de mida grossa a mitjana. Les capes de *rudsto-*

*nes* són de 20-50 cm de potència i s'amalgamen en paquets de 10-15 m que a vegades intercalen *grainstones* de 10-20 cm de gruix. Els intervals de *grainstones* contenen foraminífers bentònics, fragments d'equínids, briozous i fragments de mol·luscs. En conjunt formen cossos d'uns 15 m de potència formats per capes de 10-60 cm que a vegades intercalen làmines de *rudstones* de rodòlits. Els *clinobeds* presenten una llargada visible de 100-200 m (condicions d'aflorament) i prograden fins a 2-5 km a la zona de Binidali, un dels afloraments més estudiats de Menorca i on les interpretacions sedimentològiques són les més contradictòries. Per a Llompart *et al.* (1979-80) correspon a sediments intermareals.

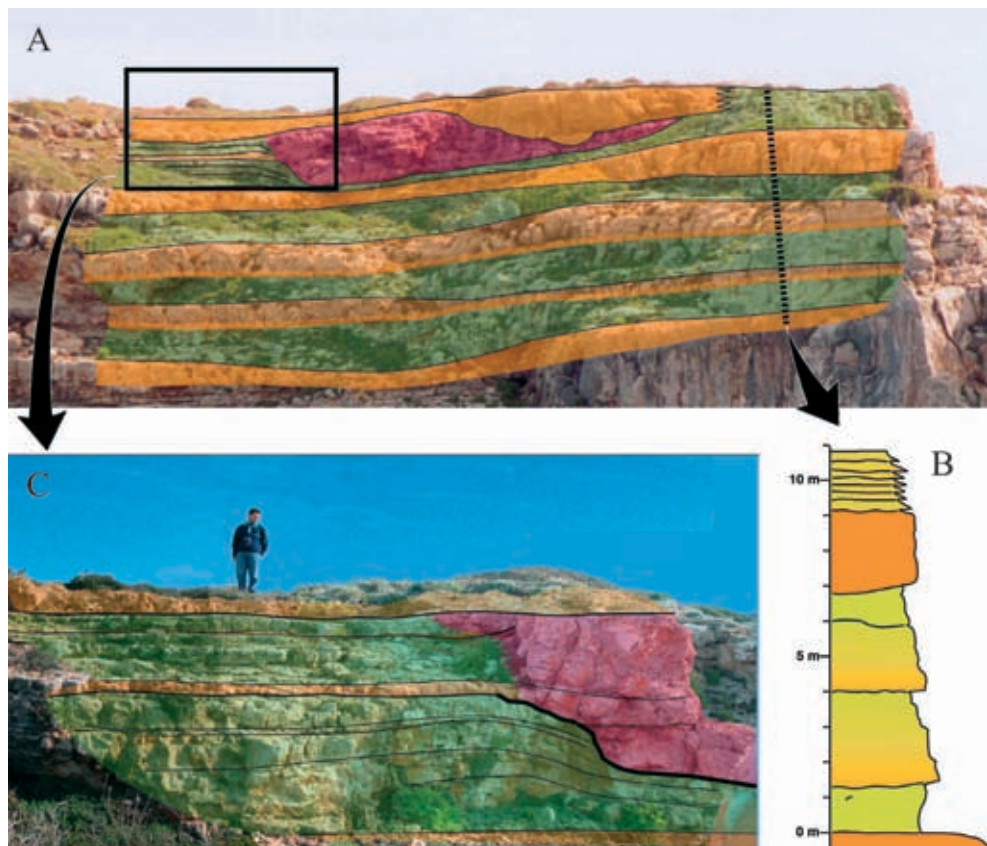


Fig. 4.9. Visió general (A) de les fàcies turbidítiques segons una secció perpendicular a la direcció de transport (n'Abella entre cala Canutells i cala Binidali). Hi és molt evident (A i B) una superposició de capes turbidítiques i canals rebllits de *rudstones/flostones* de rodofícies i mol·luscs, que lateralment (C) passen a capes fines formades per turbidites diluïdes (*overbank*). (En color vermell: *rudstone/floatstone*; en groc: *grainstone/packstone* de gra gruixat i en verd: *packstone/wackestone* de gra fi).



Per a Rosell *et al.* (1989) i Rosell i Llompart (2002) els rodòlits se situarien a la part superior d'un talús d'escull i formarien part de la unitat superior del Miocè d'edat messiniana. Nosaltres els hem interpretat com el talús progradant de la rampa tortoniana, d'acord amb l'anàlisi de les relacions espacials de fàcies i dels seus components (Pomar *et al.*, 2002). Aquestes fàcies passen cap al nord a *grainstones* amb estratificació encreuada de la rampa intermèdia i cap al sud a debrites i turbidites del peu del talús, sense cap indici d'estructura d'escull bioconstruït.

e) *RUDSTONES MASSIUS* O *GRANOSELECCIONATS* I *GRAINSTONES/PACKSTONES*. Els *clinobeds* descrits a l'apartat anterior s'interdigiten i passen, a la part més distal (en direcció sud), a *rudstones/floatstones* o *grainstones/packstones* massius o granoseleccionats. Algunes capes presenten base neta i erosiva i gradació normal amb grans rodòlits a la base i arena grollera al sostre. Hi ha altres capes de textura *floatstone*, massives o amb laminacions horitzontals o convexes amb gran abundància de motles de grans bivalves i equínids (sencers o fragmentats). Els *grainstones/packstones* massius són d'arena bioclàstica, fina/grossa, i contenen pectínids, serpúlids i braquiòpodes. Aquesta fàcies ha estat interpretada com a dipòsit turbidític i debrites (dipòsits de *debris flow*). Altres vegades, a la part basal dels *clinobeds*, s'intercalen *grainstones* bioclàstics amb estratificació encreuada. Els *sets* tenen 10-20 cm de potència i s'empaqueten formant *bedset* d'alguns metres de gruix. La laminació encreuada d'aquestes dunes subaquàtiques indica un transport cap a l'oest, normal al sentit de progradació dels *clinobeds*. Representen el retreballament d'arenes carbonatades per corrents que ressegueixen el peu del talús de la rampa. L'absència, *in situ*, de biota dependent de la llum ens fa situar la deposició d'aquesta fàcies per sota del seu límit de penetració.

f) *WACKESTONE/PACKSTONES* FINAMENT LAMINATS AMB FORAMINÍFERS PLANCTÒNICS. Aquesta fàcies (Fig. 4.5) es troba a la part més distal dels *clinobeds* descrits anteriorment. Els foraminífers planctònics hi són molt abundants, com també els petits foraminífers bentònics (Fig. 4.6). Per contra, les *Amphistegina* i els fragments d'*Heterostegina* són rars. En algunes capes són freqüents els

equínids, els pectínids, fragments d'algues roges i colònies de briozous. Aquests dipòsits són subhorizontals o cabussen amb un angle molt petit (<10°) cap a la conca (sud). Presenten una estratificació ondulada d'1-2 m d'alçada i fins a 100 d'amplitud d'ona, atribuïda a processos deposicionals i esllavissades sinsedimentàries. La bioturbació és tan important que moltes vegades esborra totalment l'estratificació i la laminació interna. La dolomitització es presenta de manera molt irregular: en algunes localitats la roca és calcària i en altres és dolomia al 100%.

g) *PACKSTONES/WACKESTONES* GRANOSELECCIONATS. Aquesta fàcies, interdigitada amb les fàcies laminades descrites en l'apartat anterior, està constituïda per capes de 0,5 a 2 m de potència amb granoselecció. A la base són *packstones* de gra gruixat/mitjà que cap el sostre passen a *wackestones* de gra fi. Contenen fragments d'algues roges, equínids, mol·luscs i briozous, com també foraminífers planctònics i bentònics. Presenta intercalacions de cossos canalitzats formats per *grainstones* (Figs. 4.7 i 4.8) i *rudstones/floatstones* de rodòlits i bivalves. Inclouen intraclastos dels *packstones/wackestones* finament laminats. Aquesta fàcies ha estat interpretada com a turbidites distals (Fig. 4.9) que intercalen llengües de *debris flow* situades al peu del pendent deposicional descrit anteriorment (peu del talús de la rampa).

h) *FLOATSTONES/RUDSTONES* AMB ESTRATIFICACIONS ENCREUADES. Aquesta fàcies aflora de manera molt localitzada a la part central/oriental de l'illa (Forma, na Linot, Fig. 4.10). És constituïda per *floatstones/rudstones* de mol·luscs i rodòlits amb una matriu arenosa (*grainstones*) rica en fragments de mol·luscs, algues roges, equínids i foraminífers bentònics (Fig. 4.11). Inclou intraclastos subangulosos de mida molt variable (1-40 cm i localment >2 m) que corresponen a fragments dels *wackestones/packstones* de gra fi, així com còdols i blocs de forma discoïdal de *grainstones* d'oòlits i fragments d'*Halimeda*. Presenta una estratificació encreuada d'angle alt, inclinada talús amunt (*backsets*). Els *sets* són d'escala mètrica (Figs. 4.10, 4.11 i 4.12) i s'empaqueten en *cosets* decamètrics, intercalats entre *wackestones/packstones* laminats, de gra fi. Els còdols discoïdals mostren localment una imbricació

cació manifesta i es troben perforats per litòfags. Aquest fet i la presència d'òolits a la matriu indiquen una probable procedència de zones litorals més somes encara no identificades en afloraments *in situ* (Obrador *et al.*, 1992). Es troben sempre localitzats a l'eix de grans solcs, de 0,5 a 1 km d'amplada i més de 60 m de fondària (na Linot, es Caparrot de Forma) que, orientats de nord a sud, trunquen els dipòsits del talús de la rampa (Fig. 4.12). Aquestes característiques permeten interpretar aquesta fàcies com a *backsets* que prograden contrapendent a partir de fluxos de sediments que davallen a gran velocitat pels solcs formats per esllavissades al talús de la rampa (Pomar *et al.*, 2002).

### Unitat d'Esculls (UE)

És equivalent a la unitat M<sup>2</sup> de Barón *et al.* (1983) i, només en part, a la Unitat Superior de Rosell i Llompart (1983). Recentment Pomar *et al.* (1996) i Pomar (2001) l'atribueixen al Tortonià superior-Messinià inferior (N17).

Correspon a una plataforma escullosa que prograda sobre uns nivells d'1-2 m de potència, constituïts per *packstones* d'*Heterostegina* amb *Clypeaster* que aflora a diversos indrets de l'illa (carretera Alaior-Son Bou, cala en Blanes). Localment (na Negra) una superfície d'erosió i una crosta rica en ferro i fòsfats separa la Unitat Inferior de Barres i la Unitat d'Esculls (veure més endavant la interpretació d'aquest trànsit). La Unitat d'Esculls ha estat reconeguda fins al moment en pocs indrets de l'illa i presenta unes litofàcies molt similars a les descrites a la veïna illa de Mallorca on els afloraments són més espectaculars. S'hi poden reconèixer les següents litofàcies:

a) *GRAINSTONES/WACKESTONES* AMB *BINDSTONES* DE RODOFÍCIES. Aquesta fàcies se situa sempre a la base de la Unitat d'Esculls, tant sobre els *rudstones* amb *Heterostegina* com sobre la crosta fosfatada. Està constituïda per *grainstones/packstones* de mida gruixada on els components principals són fragments d'algues roges que alternen amb *packstones/wackestones* bioturbats, de gra fi amb foraminífers plan-



Fig. 4.10. Visió general de l'aflorament de na Linot (litoral del sud).

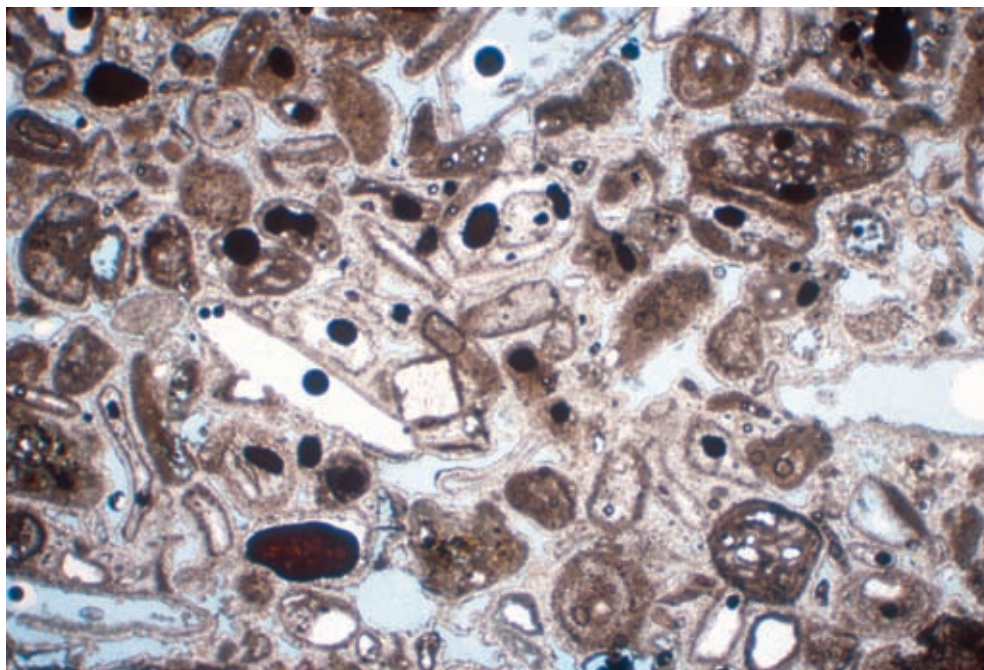


Fig. 4.11. Microfàcies dels *grainstone* (*backsets*) de l'aflorament de na Linot (el costat llarg de la microfotografia amida 5 mm).

tònics. Inclouen *grainstones/rudstones* de rodòlits i nivells de *bindstones* de rodofícies laminades i brancudes (Obrador *et al.*, 1983a, Jurado, 1985) amb briozous, bivalves, braquiòpodes (aquests darrers estudiats per Llompart i Calzada, 1983) i fauna molt diversa. Localment hi apareixen algunes colònies disperses de coralls (*Porites*, *Tarbellastraea*) amb formes dominantment aplanades. Des del punt de vista paleogeogràfic han estat interpretats com a sediments de mar obert (*open shelf*) situats en el límit inferior de la zona fòtica. L'alternança a escala mètrica de nivells rics/pobres en macrofauna i nivells amb molta i poca bioturació reflexen cicles de fluctuació d'alta freqüència del nivell del mar. Els millors afloraments es troben a la zona de Ciutadella (sa Farola-cala en Blanes) i entre s'Algar i cala Alcafar; també aflora a la carretera de Binissafüller, cala Morell (es cul de sa Ferrada)-punta Espardina.

b) *GRAINSTONES/PACKSTONES* AMB MEGALÀMINES ENCREUADES (CLINOBEDS). Aquesta fàcies descansa

sobre els *grainstones/wackestones* amb *bindstones* de rodofícies. Aflora entre cala Alcafar i Binissafüller, a Son Bou i al sud de Ciutadella entre cala Blanca i cala en Basto). Està constituïda per *grainstones* esqueletics de gra gruixut i, localment, *floatstones* de rodòlits. Hi abunden els fragments de coralls i algues rodofícies, equínids, mol·luscs, briozous i, també localment, alguns oòlits. Mostra megalàmines encreuades de gran escala i ha estat interpretada com a talussos progradients al front dels esculls coral·lins.

c) *BOUNDSTONES* DE CORALLS I ALGUES. Aquesta fàcies està àmpliament desenvolupada en el sector occidental de l'illa (des de cala en Blanes fins a les immediacions de cala en Bosc) i aflora de manera més puntual en el sector oriental (la Mola, las Lomas de Punta Prima, etc.). En els nivells inferiors són molt abundants els coralls plans mentre que en els superiors dominen clarament les formes brancudes i/o massives. S'han reconegut dos gèneres de coralls: *Porites* i *Tarbellastraea*. En els *grainstones/packstones*

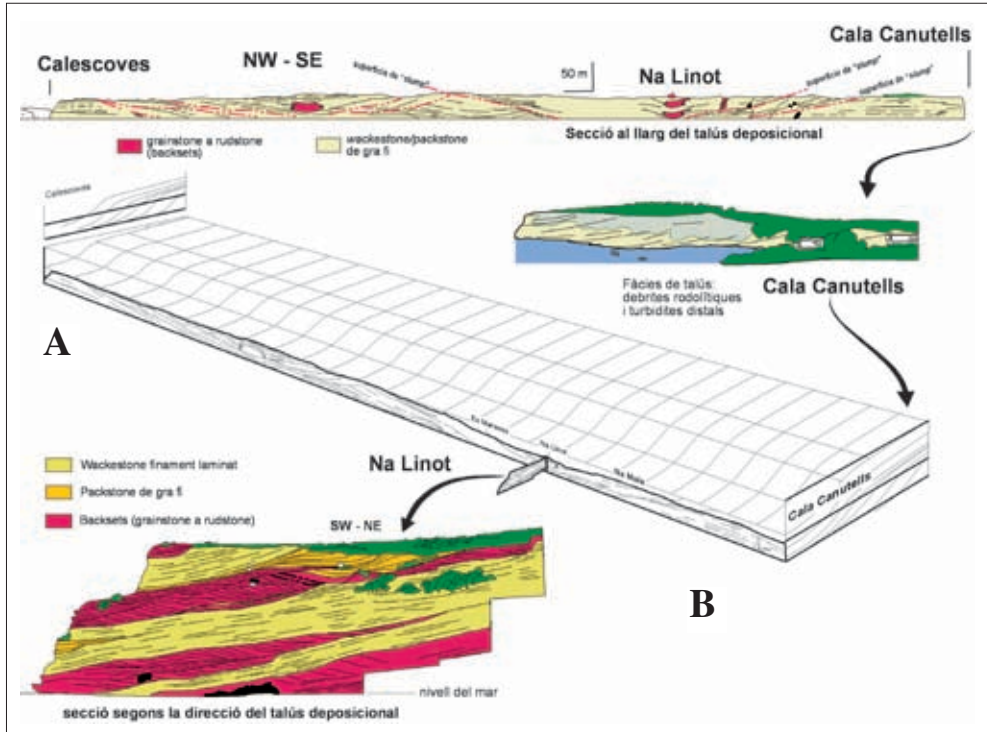


Fig. 4.12. Interpretació de l'aflorament de na Linot. (A) secció al llarg del penya-segat (paral·lela a la direcció de la costa miocènica) entre cales Coves i Cala Canutells. Els *grainstone/rudstone (backsets)* es localitzen en els eixos de grans solcs formats per esllavissades submarines al talús de la rampa. (B) Secció segons la direcció del talús deposicional. Els *grainstone/rudstone (backsets)*, amb làmines que cabussen contra pendent, es presenten intercalats amb *packstone/wackestone* de gra fi (modificat de Pomar *et al.*, 2002).

associats a les bioconstruccions són molt abundants els fragments d'*Halimeda* i els oòlits. Aquesta fàcies s'interpreta com a bioconstruccions del flanc escullós.

### La transició entre la Unitat inferior de Barres i la Unitat d'Esculls

Tal com hem dit abans, en el límit entre la UIB i la UE es pot reconèixer a diversos indrets de Menorca un nivell d'1-2 m constituït per un *rudstone* d'*Heterostegina* (Fig. 4.13), bioturbat, amb abundants *Clypeaster*. Al sector oriental de l'Illa (na Negra-cala Rafalet) aquest nivell d'*Heterostegina* no hi apareix, ans al contrari ve substituït per una superfície d'erosió, localment amb cavitats de dissolució. Sobre aquesta super-

fície hi ha una crosta fosfatada i ferruginosa, de color negrós a verdós que rebleix les cavitats de dissolució. Un sediment intern de gra molt fi i molt ric en foraminífers planctònics reomple la porositat dels dipòsits infrajacentes de la rampa, per sota la superfície d'erosió. Aquesta superfície, que es desenvolupa sobre les fàcies de la rampa intermèdia (UIB) i sobre els *rudstones* amb rodòlits (*clinobeds*) del talús de la rampa, ha estat interpretada com un límit de seqüència (Obrador *et al.*, 1992). Si bé aquesta discontinuïtat va ser correlacionada amb la superfície d'erosió que a la zona central de l'illa es troba fossilitzada per les fàcies de *floatstones/rudstones* (bretxa de Forma), que hem descrit anteriorment, treballs més recents (Pomar *et al.*, 2002) han permès reinterpretar aquestes bretxes de Forma com a *backsets* localitzats en solcs erosius

associats a la pròpia dinàmica de la rampa tortoniana i no amb el límit de seqüència. El nivell amb *Heterostegina* representaria els dipòsits transgressius que relacionam amb un canvi important en la dinàmica de nutrients i que permetria la deposició de la Unitat d'Esculls (oligotròfica) per sobre de la rampa (UIB) amb associacions biòtiques mesotròfiques (Pomar, 2001). La presència al sector oriental de l'illa de la superfície de dissolució i de l'acumulació de dipòsits fosfatats suggereix (en aquest sector de l'illa) un període amb una taxa de sedimentació molt baixa, relacionat amb unes condicions d'aflorament d'aigües pregones (*upwelling*) responsables tant del pòsits de dissolució com de la precipitació dels dipòsits ferruginosos i fosfatats (Pomar, 2001, Pomar *et al.*, 2002). Així doncs, la Negra representa una superfície de dissolució submarina relacionada amb el límit de seqüència entre la UIB i la UE, i els fosfats representarien els dipòsits transgressius en el sector oriental de l'illa, equivalents als *rudstones* de *Heterostegina* del sector occidental.

### MODEL DEPOSICIONAL

Els treballs de detall d'Obrador *et al.* (1992) i Pomar *et al.* (2002) documenten que la major part del Miocè del Migjorn menorquí es pot incloure dins de la Unitat Inferior de Barres d'Obrador *et al.* (1983a), interpretada com a una rampa carbonatada amb ruptura distal (*sensu* Read 1985).

Les fàcies conglomeràtiques inferiors (UBC) representen, amb tota seguretat, els primers sediments marins i continentals del Neogen menorquí. Corresponen a rebliments càrstics continentals, dipòsits marins de peu de penya-segat i acumulacions de *fan delta* relacionats amb la tectònica de fracturació que, segons Obrador (1970a), va donar lloc a la conca on es va sedimentar el conjunt del Miocè del Migjorn.

El reconeixement, dins la Unitat Inferior de Barres, de diferents litofàcies de tipus *foramol/rhodalgals* ha permès distingir una rampa interna, una intermèdia, un talús de rampa i una rampa externa amb un perfil depo-



Fig. 4.13. Nivell *rudstones* d'*Heterostegina* a cala en Blanes. Representa el sistema transgressiu (TST: *Transgressive Systems Tract*) de la Unitat d'Esculls del Tortonian superior-Messinià.

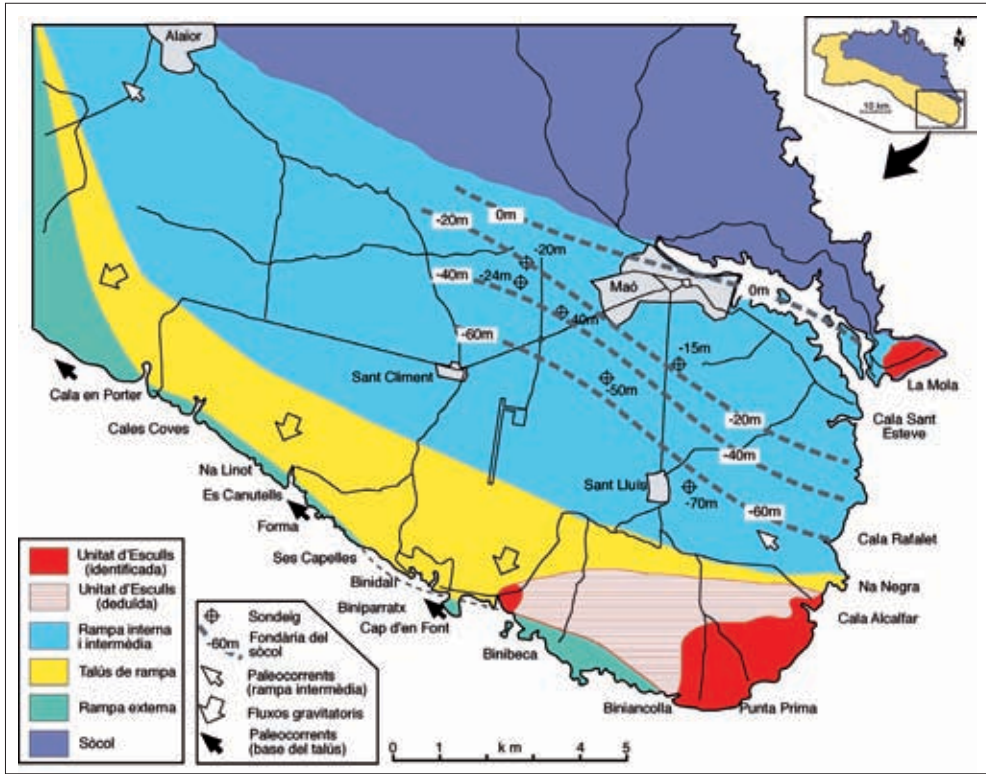


Fig. 4.14. Mapa de fàcies del sector oriental del Migjorn menorquí (modificat de Pomar *et al.*, 2002).

sicional controlat per la producció/acumulació dels components carbonàtics (Fig. 4.14). El talús deposicional és el resultat d'un increment de la taxa d'acumulació del sediments en aigües pregones (Pomar *et al.*, 2002). Aquesta rampa és recoberta per una plataforma escullosa progredant i es desenvolupa sobre fàcies conglomeràtiques (UBC) o directament sobre el sòcol paleozoic i mesozoic de la Tramuntana.

La rampa interna presenta, en posicions marginals, conglomerats i gresos al·luvials, dipòsits conglomeràtics de platja (*foreshore*) i conglomerats i gresos conglomeràtics de *fan delta* retreballats en un ambient de *shoreface*. Aquests dipòsits litorals passen, en direcció sud (cap a la conca) a *packstones* de mol·luscs i foraminífers mal classificats i bioturbats que han estat interpretats com a sediments d'aigües somes preservats de les accions de les ones i dels corrents per

l'efecte protector i relligador efectuat per prades de fanerògames. En direcció a la conca, aquesta litofàcies està interdigitada amb *grainstones* amb estratificació encreuada que representen sediments generats a la zona mesofòtica i remanegats per corrents per sota del límit inferior d'influència de les ones, a una fondària estimada de 40-70 m. La rampa interna i la intermèdia presenten un perfil deposicional lleugerament inclinat des de la línia de costa fins a una fondària on la producció de carbonat va dependre en gran manera dels macroforaminífers, algues roges i altra fauna bentònica de caràcter heterotròfic.

Cap a la conca, la inclinació dels plans d'estratificació s'incrementa fins uns 15-20° i la composició del sediments passa a uns *rudstones/floatstones* de rodòlits amb una matriu de tipus *grainstones/packstones* rica en fragments d'algues roges. El canvi i l'accentuació del pendent

es produí com a conseqüència del fort increment de la taxa de sedimentació, resultat de l'acumulació *in situ* de components esquelètics de calibre grava, generats en aquesta zona oligofòtica, i de sediments més fins procedents de la zona mesofòtica (rampa intermèdia) i també de la zona més soma de la rampa interna. En aquest talús deposicional, els corrents de fons són els responsables del moviment dels rodòlits i del rentatge de la fracció fina. La fondària estimada per a les fàcies de rodòlits oscil·la entre 70 i 150 m. A peu del talús la inclinació del perfil deposicional disminueix progressivament i passa als dipòsits fins, rics en foraminífers planctònics, de la rampa externa. L'acumulació al peu del talús, situat per sota la zona fòtica, està dominada per fluxos gravitatoris (turbidites i *debris flow*) interferint la sedimentació pelàgica i hemipelàgica pròpia de la rampa externa.

Sobre aquesta rampa, hi prograda una plataforma escullosa en la que s'han reconegut fàcies de nucli escullós (*boundstones* de corall i algues rodofícies) i de talús (*packstones/grainstones* de foraminífers i fragments d'algues). L'increment d'acomodació sedimentària que va permetre la progradació de la plataforma escullosa sobre la rampa s'interpreta com el resultat d'un canvi ecològic (Pomar *et al.*, 2002) i no d'un canvi relatiu del nivell del mar, tal com s'havia suggerit amb anterioritat (Obrador *et al.*, 1992). Aquesta interpretació, que no descarta un possible augment de la temperatura, admet un clima tropical durant la sedimentació de la rampa i suggereix que el canvi ecològic que comporta la presència d'esculls coral·lins està motivat per la disminució de nutrients. La variació de la cadena tròfica podria atribuir-se a un canvi climàtic que passaria d'humit a àrid, tal com ha estat interpretat a partir dels dipòsits continentals, de la mateixa edat, de la península Ibèrica.

### Agraïments

A M. Tropeano (Universit  della Basilicata, Italia) per la seva companyia i discussions durant els treballs de camp. El treball ha estat finançat amb l'ajuda del projecte BTE2001-0372-C02 (01 i 02) (Ministerio de Ciencia y Tecnología).

### BIBLIOGRAFIA

- ÁLVARO, M., BARNOLAS, A., DEL OLMO, P., RAMÍREZ DEL POZO, J. i SIMO, A. 1984. El Neogeno de Mallorca: Caracterizaci  sedimentològica y bioestratigr fica: *Boletín Geológico y Minero*, 95: 3-25
- ARMSTRONG, J. 1752. *The History of the Island of Minorca*. (*Historia de la Isla de Menorca*, versio castellana de la 2  edició anglesa -1756- de J. Vidal i Mir i S. Sapiña, Imp. Sintes, Maó. Reeditada en 1978 per Editorial Nura, Ciutadella, 249 pp.
- BARO, A., BAYO, A. i FAYAS, J. A. 1979. Relación modelo geológico-modelo hidrogeológico. Ejemplo: El acuífero mioceno de la Isla de Menorca. *I Simp. Nac. de Hidrogeología*. Pamplona. 19 pp.
- BARO, A., BAYO, A. i FAYAS, J. A. 1983. Valor acuífero del modelo sedimentario de plataforma carbonatada del Mioceno de la isla de Menorca. *Com. del X Congr. Nac. Sedim.* Menorca, pp. 645-648.
- BARO, A., BAYO, A. i FAYAS, J. A. 1984. Valor acuífero del modelo sedimentario de plataforma carbonatada del Mioceno de la isla de Menorca. *In: A. Obrador (Ed.). Publ. Geol.* 20: 189-207.
- BAUZ , J. 1966. Hallazgo de un fragmento rostral de *Pristis* en el Mioceno de Torrauba Vey (Menorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 12: 133-137.
- BAUZ , J. 1967. Contribuciones al conocimiento de la ictiología actual y f sil de Menorca. *Rev. Menorca*, 3: 197-210.
- BAUZ , J. i MERCADAL, B. 1961. Nuevas contribuciones al conocimiento de la fauna ictiol gica f sil de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.* 7: 45-48.
- BAUZ , J. i MERCADAL, B. 1962. Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiol gica de Menorca. *Rev. Menorca*, 2: 153-163.
- BIZON, G., BIZON, J. J., BOURROUILH, R. i MASSA, D. 1973. Présence aux  les Baléares (Méditerranée Occidentale) de sédiments "messiniens" déposés dans une mer ouverte à salinité normale. *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 277: 985-988.
- BIZON, G., BIZON, J. J. i MAUFFRET, A. 1975. Présence de Miocène inférieur au large du Minorque (Baléares, Espagne). *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, 26 (6): 831-863.
- BIZON, G., BIZON, J. J., i BIJU-DUVAL, B. 1978. Comparison between formations drilled at DSDP site in the Western Mediterranean and exposed series of land. *In Initial Reports of the DSDP*. Washington. 42: 897-901.
- BOURROUILH, B. 1970. *Mapa Geológico de Espa a. Menorca, Ibiza y Formentera. Escala 1:200.000*. Instituto Geológico y Minero de Espa a. Madrid.
- BOURROUILH, R. 1973. *Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l' le de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison Nord-orientale des Cordillères B tiques en Méditerranée occidentale*. Trav. Lab. Géol. M d. CNRS et Dep. Géol. struct. Univ. Universit  de Paris ed. 822 pp.
- BOURROUILH, R. 1983. *Estratigrafia, sedimentologia y tectònica de la isla de Menorca y del noreste de Mallorca*. Memorias del IGME 99 (2 vols).
- BOURROUILH, R. i COLOM, G. 1968. Sur l' ge du Miocène au Sud de Minorque. *C. R. Soc. Géol. France*. 5: 150-152.
- 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.* 58: 299-303.
- COLOM, G. 1985. Estratigrafia y paleontolog a del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Bol. Geol. y Minero*. 96: 235-302

- FALLOT, P. 1923. Le problème de l'île de Minorque. *Bull. Soc. Géol. France*, 23: 3-44.
- FORNÓS, J. 1987. *Les plataformes carbonatades de les Balears. Estudi sedimentològic de les plataformes miocenes de les illes Balears i la comparació amb la sedimentació actual a la seva plataforma. Bases per una modelització de fàcies de plataforma*. Tesi Doctoral. Univ. Barcelona. XVI + 954 pp. (inédita).
- FREEMAN, T., ROTHBARD, D. i OBRADOR, A. 1983. Terrigenous dolomite in the Miocene of Menorca (Spain): Provenance and diagenesis. *J. Sediment. Petrol.*, 53: 543-548.
- GÓMEZ, D. 1999. Informe geològic de la Cova des Mussol. In: Llull, V., Micó, R., Rihuete, C i Risch, R. (eds.). *La cova des Càrritx i la cova des Mussol*, pp. 413-416.
- GUIMERA, J. 1985. Estratigrafia de les fàcies carbonatades miocèniques d'una zona del Migjorn de l'illa de Menorca. Tesi de Llicenciatura, Univ. Autònoma de Barcelona. 104 pp. (inédita).
- HERMITE, H. 1879. *Études géologiques sur les îles Baléares. Première Partie: Majorque et Minorque*. F. Savy. Paris. 362 pp.
- JURADO, M. J. 1984. Aspectes paleoecològics de l'escull miocènic del Cap Negre (Menorca). *Rev. Menorca*, 75: 236-265.
- JURADO, M. J. 1985. *Estudi sedimentològic del Neogen de l'àrea de Ciutadella*. Consell Insular de Menorca. Maó. 144 pp.
- LEES, A. 1973. Les dépôts carbonatés de plate-forme. *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA*, 7(1): 177-192.
- LLOMPART, C. 1982. Los nódulos algales (rodolitos) del Neógeno de la Cala Binidali (Menorca). *Estudis Baleàrics*, 2: 31-41.
- LLOMPART, C. 1983. *Ampbiope bioculata* (DESM.) del Mioceno del Port de Maó (Menorca). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* 81 (1-2): 67-79.
- LLOMPART, C. i CALZADA, S. 1982. Braquiópodos messinienses de la isla de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 23: 87-116.
- LLOMPART, C., OBRADOR, A. i ROSELL, J. 1979-80. Geologia de Menorca. In: Obra Cultural Balear. *Enciclopèdia de Menorca*. T. 1: 1-83.
- NOLAN, H. 1895. Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléar. *Bull. Soc. Géol. France*, 23: 76-91.
- NOLAN, H. 1933. Notas sobre diversos puntos de la geología menorquina para dilucidar y comprobar. *Rev. Menorca*, 28: 152-159.
- OBRADOR, A. 1970a. *Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona (inédita).
- OBRADOR, A. 1970b. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca. *Acta Geol. Hisp.* 5: 19-23.
- OBRADOR, A. 1972-1973. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca. *Revista Menorca*, 64: 137-197, 65: 35-97 i 125-189.
- OBRADOR, A., POMAR, L., RODRÍGUEZ, A. i JURADO, M. J. 1983a. Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 18: 87-97.
- OBRADOR, A., POMAR, L., RODRÍGUEZ, A. i JURADO, M. J. 1983b. Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. In: Pomar, L., A. Obrador, J. J. Fornós i A. Rodríguez-Perea (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*: 59-71. Institut d'Estudis Baleàrics, Universitat de Palma de Mallorca. Palma de Mallorca.
- OBRADOR, A. i POMAR, L. 1983c. El Neógeno del sector de Maó. In: Pomar, L., A. Obrador, J. J. Fornós i A. Rodríguez-Perea (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*: 207-232. Institut d'Estudis Baleàrics, Universitat de Palma de Mallorca. Palma de Mallorca.
- OBRADOR, A., POMAR, L., JURADO, M. J., RODRÍGUEZ-PEREA, A. i FORNÓS, J. J. 1983d. El Neógeno del sector de Ciutadella. In: Pomar, L., A. Obrador, J. J. Fornós i A. Rodríguez-Perea (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*: 233-255. Institut d'Estudis Baleàrics i Universitat de Palma de Mallorca. Palma de Mallorca.
- OBRADOR, A., POMAR, L. i TABERNER, C. 1992. Late Miocene breccia of Menorca (Balearic Islands): a basis for the interpretation of a Neogene ramp deposit. *Sedimentary Geology*, 79: 203-223.
- POMAR, L. 2001. Ecological enhancement of sedimentary accommodation: evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. Special issue G. Camoin* (ed.) Paleooceanology of reefs and carbonate platforms: Miocene to Modern, 175: 249-272.
- POMAR, L., WARD, W. C. i GREEN, D. G. 1996. Upper Miocene Reef Complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In: Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of the Mediterranean regions (Ed. E. Franseen, M. Esteban, W. C. Ward i J. M. Rouchy), pp. 191-225. S. E. P. M. Concepts in Sedimentology and Paleontology Series, n. 5.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- QUINTANA, J. 1998. Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- RAMOS, E. 1988. *El Paleógeno de las Baleares. Estratigrafía y Sedimentología*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona (inédita).
- READ, J. F. 1985. Carbonate platform facies models. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 69: 1-21.
- RIBA, O. 1981. Aspectes de la geologia marina de la conca mediterrània balear durant el Neogen. *Mem. R. Acad. Ciències i Arts*. Barcelona, 805 (45), 102 pp.
- RIBA, O. 1983. Las islas Baleares en el marco geológico de la cuenca Mediterránea Occidental durante el Terciario. In: Pomar, L., A. Obrador, J. J. Fornós i A. Rodríguez-Perea (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*: 3-20. Institut d'Estudis Baleàrics i Universitat de Palma de Mallorca. Palma de Mallorca.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. 1983. Aportaciones al estudio del Mioceno del extremo oriental de Menorca. *Acta Geol. Hispánica*, 18(2): 99-104.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i relligat Dacs, Indústria Gràfica, S. A. Montcada i Reixac. 279 pp.
- ROSELL, J., OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1969. Estudio sedimentológico y estratigráfico de la Isla del Aire (Menorca). *Bol. Geol. y Min.* 80 (6): 538-544.
- ROSELL, J., OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1976. Las facies conglomeráticas del Mioceno de la isla de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 21: 76-93.
- ROSELL, J., GÓMEZ-GRAS, D. i ELIZAGA, E. 1989. *Mapa geológico de España, escala 1:25.000*. Hojas nº 618 (Cap Menorca y Ciutadella), 619 (Ses Coves Noves), 646 (Cala en Brut y Alaior), 647 (Maó), 673 (Illa de l'Aire). Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.
- SEGÚ, B., QUINTANA, J., FORNÓS, J. J. i ALCOVER, J. A. 2001. A new fulmarine petrel (aves: Procellariiformes) from the upper Miocene of the western Mediterranean. *Palaeontology*, 44 (5): 933-948.



# ELS FÒSSILS MARINS DEL MIOCÈ SUPERIOR

Josep Quintana Cardona  
Ciutadella de Menorca, Illes Balears

## INTRODUCCIÓ

Des de sempre, el marès ha format part de la vida i la cultura dels menorquins: hi hem excavat pous, tombes o coves, i l'hem obrat per a construir cases o sepulcres. Tan antic com el seu ús, és l'interès que ha despertat en nosaltres l'empremta de petxines, bogamarins i altres animals marins dins aquesta roca. Malgrat aquesta riquesa biològica, els treballs de caire purament paleontològic, dedicats a grups faunístics concrets del Miocè menorquí, són relativament escassos (Bauzà, 1967; Bauzà i Mercadal, 1962; Llompart i Calzada, 1982) En general, les dades paleontològiques apareixen com a complement de treballs geològics (Obrador, 1972, 1973a i 1973b; Obrador i Mercadal, 1973; Jurado, 1985).

La manca d'aquest tipus de treballs és explicable, almenys en part, per les especials característiques amb què han quedat fòssilitzats alguns grups, com ara bivalves o gasteròpodes, que apareixen generalment com a motles interns o externs, cosa que en dificulta clarament l'estudi. En altres grups, com en els equinoideus, el que falta és una actualització de les dades ja existents i nous estudis taxonòmics (sense oblidar, és clar, el context paleoecològic que ens ajudin a conèixer la veritable

diversitat i les característiques d'aquest i d'altres grups, tan ben representats en el registre paleontològic de Menorca.

## OBJECTIUS

Aquest treball malda per fer una aproximació al coneixement dels principals grups fòssils marins presents al Migjorn de Menorca. Veurem, almenys en part, la gran quantitat d'animals que van viure a Menorca en el Miocè superior, període de temps comprès entre els 11,2 i els 5,3 milions d'anys abans d'ara. També intentarem esbrinar si els animals que van viure en el Miocè són o no molt diferents dels que viuen actualment a la Mediterrània, i si existeixen o no en altres llocs de la Terra.

Els grups tractats són el de les algues calcàries roges, els mamífers marins (sirènids i cetacis), els peixos, bogamarins, mol·luscs (gasteròpodes i bivalves) i braquiòpodes. Els bogamarins o equínids han estat tractats més extensament que els altres grups en formar una part molt important del registre paleontològic. Mentre que uns altres, també presents en el registre fòssil, no han estat tractats, perquè són molt escassos (crustacis), molt petits (foraminífers) (que, de més a més, requereixen tècniques especials de laboratori per a la seva identificació) o difícils de classificar a nivell de gènere, com els coralls.

### ALGUES CALCÀRIES ROGES

Alguns representants d'aquest grup d'algues tenen la part externa de la paret cel·lular fortament calcificada, de manera que el seu aspecte recorda més un corall que no una planta (Fig. 5.1). La seva morfologia és molt variable (laminar, brancuda, molt arrodonida o combinacions de formes en un mateix individu) i depèn de diversos factors, com la llum, la temperatura, el substrat i l'energia hidràulica del medi (Jurado, 1985). Com a vegetals que són, la seva distribució batimètrica està estretament lligada a la zona fòtica. Actualment, les algues calcàries roges apareixen des de molt poca fondària fins a profunditats superiors als 100 m, contradient l'opinió generalitzada en el passat que aquest tipus d'algues eren indicadores de condicions somes i càlides (Jurado, 1985). Per tant, la presència d'aquestes algues en els sediments miocènics ens pot servir com a indicador paleoambiental (sempre que no hagi existit un transport important), al trobar-se dins de la zona il·luminada; l'estudi en detall dels gèneres i les espècies fòssils i dels seus requeriments ecològics pot donar una informació paleoambiental encara més precisa (Jurado, 1985).

En estar calcificades, les algues es fossilitzen amb facilitat i són molt comunes al Migjorn menorquí. Podem trobar-ne individus solitaris

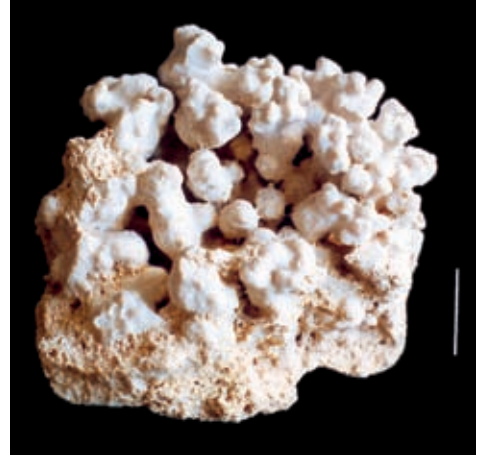


Fig. 5.1. Alga calcària vermella. Escala gràfica: 10 mm.

o bé acumulacions més o menys importants, degudes a corrents mareals (Llompart *et al.*, 1979.) En aquest cas, el moviment constant de les algues fa que adquireixen una forma més o menys rodona anomenada rodòlit. Les acumulacions d'algues poden també ser conseqüència del creixement superposat de molts d'individus en un lloc més tranquil, formant el que s'anomenen bioconstruccions (o biostromes) de rodofícies. En aquest cas les morfologies són (encara que no exclusivament) més branquades.

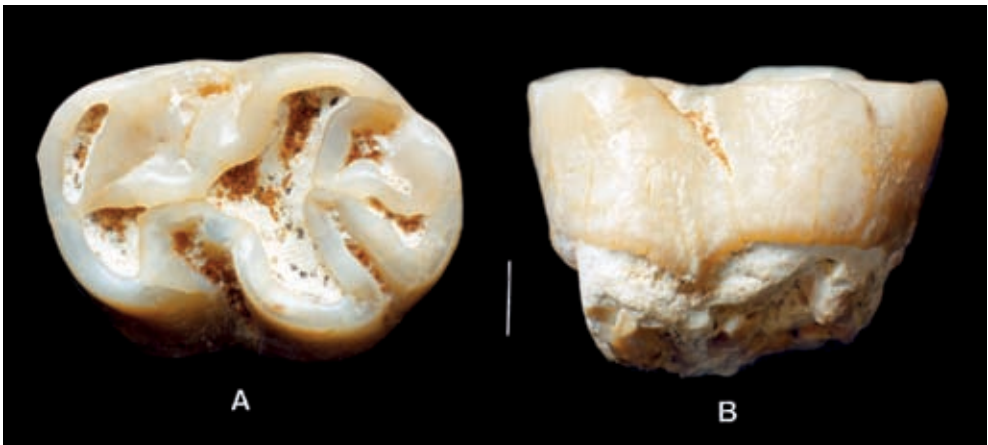


Fig. 5.2. Molar de sirènid, possiblement de *Metaxytherium*. Escala gràfica: 5 mm.

## MAMÍFERS

Les cites existents sobre troballes de restes de mamífers marins són molt escasses a Menorca. L'única notícia que tenim sobre la troballa de restes de cetacis fòssils és la d'una dent de catxalot, l'*Scaldicetus grandis* (DU BUS, 1872) a l'illa de l'Aire (Mercadal *et al.*, 1985).

Obrador i Mercadal (1973) citen la presència de restes de sirènid en alguns jaciments; Pilleri *et al.* (1989) fan referència a les restes d'un sirènid *incertae sedis* (*Methaxytherium* sp?) recollit a Sant Lluís, i a un esquelet complet trobat a cala en Blanes, que va ser destruït durant l'excavació d'una piscina (Bartomeu Camps, comunicació personal) (Fig. 5.2). Aquest gènere hauria viscut en els estuaris amb manglars del Miocè, de forma semblant a com ho fa l'únic dugòngid actual (família a la que també pertany *Metaxytherium*), ja que viu a prop de les desembocadures dels rius de les costes tropicals d'Àfrica oriental, el golf de Bengala, el mar de la Sunda i Austràlia septentrional (Pilleri *et al.*, 1989).

## PEIXOS

### Peixos cartilaginosos

Aquest grup comprèn principalment els esqualiformes (taurons autèntics) i els batoïdeus, en què s'inclouen la ratjada, el clavell, el tremoló i la ferrassa, entre d'altres. Generalment, el que es troba fòssilitzat d'aquests peixos són les dents, punxegudes en els taurons i en forma de plaques planes, com a mosaics, en les mantes (Fig. 5.3). Més rarament es conserven altres parts del cos, com les espines caudals o les dents rostrals dels peixos serra.

La forma de les dents dels taurons és molt variable i depèn del lloc que ocupen a la mandíbula (solen ser més petites a les zones laterals de la boca i més grans al centre). Aquesta és la raó per la qual, en ocasions, les dents d'un mateix animal s'han classificat com a d'espècies (i fins i tot gèneres) diferents.

Les espècies més comunes de taurons i batoïdeus fòssils, i que coneixem gràcies als

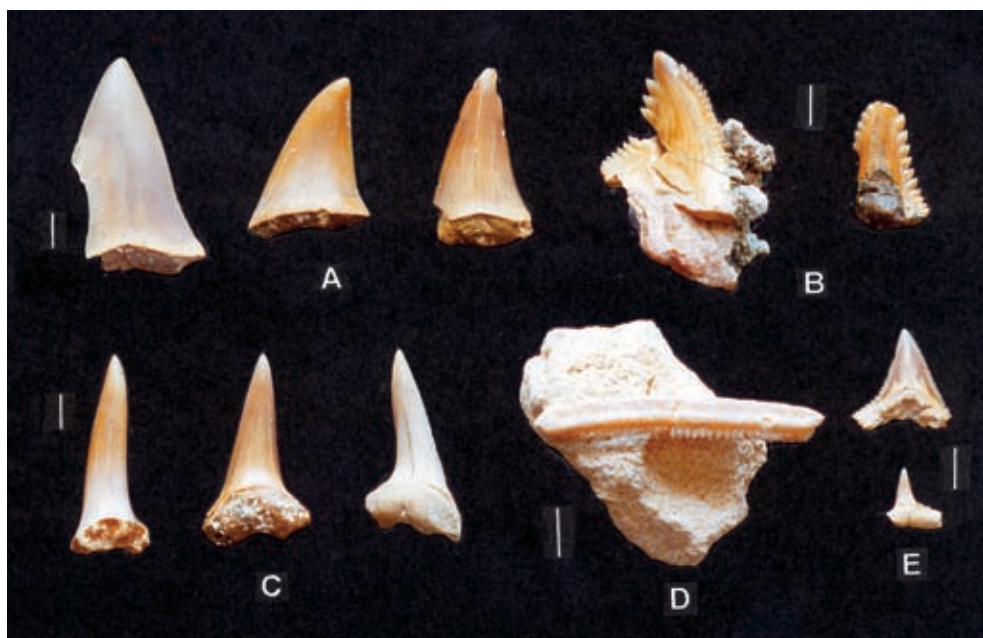


Fig. 5.3. Dents de peixos cartilaginosos. A: *Isurus hastalis*; B: *Hemipristis serra*; C: *Odontaspis acutissima*; D: *Myliobatis* sp.; E: *Carcharinus (Prionodon) egertoni*. Escala gràfica: 5 mm.

treballs de Bauzà i Mercadal (1962), Bauzà (1966) i Obrador i Mercadal (1973), són, a Menorca, *Procarcharodon megalodon* (AGASSIZ, 1843) (Fig. 5.4) *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *acutissima* (AGASSIZ, 1843), *Odontaspis cuspinata* (AGASSIZ, 1843), *Isurus hastalis* AGASSIZ, 1843, *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843, *Carcharinus* (*Prionodon*) *egertoni* (AGASSIZ, 1843), *Myliobatis* sp i *Pristis* sp.

Les dents fòssils dels taurons són conegudes des d'antic a Menorca, on se les anomena "llengües de serp" (Bauzà, 1967) o "llengües de sant Pau" (Llompart *et al.*, 1979; Rosell i Llompart, 2002).

### Peixos ossis

Les dents d'aquest grup de peixos són relativament abundants en el Miocè de Menorca. Les troballes d'altres parts del cos, com les vèrtebres o els otòlits (ossets massissos situats a l'òïda interna), són més rars.

Com en el cas dels taurons, la forma d'aquestes dents varia (encara que d'una manera no tan exagerada) dins una mateixa espècie segons la seva posició a la mandíbula. Un clar exemple d'això és *Sparus cinctus* (AGASSIZ, 1843), una de les espècies més abundants i que pot presentar unes dents hemisfèriques o còniques (Fig. 5.5). L'abundància d'aquestes dents fòssils fa que siguin ben conegudes per la pagesia, que les anomena "ulls de perdiu" a Menorca i "ulls de peix" a Mallorca (Bauzà, 1967).

Un altre peix que coneixem per la troballa de les seves dents (també molt variables en la seva forma) és *Balistes crassidens* CASIER, 1958, una castanyola fòssil no molt abundant a Menorca (Quintana, 1998), associada a sediments conglomeràtics. La primera troballa d'un *Balistes* fòssil a Menorca és, però, la que es va fer a les pedreres de Santa Ponça (Alaior), on es va localitzar un exemplar parcialment conservat d'un d'aquests peixos (Bauzà, 1967).

També han estat citats *Labrodon multidens* DE MÜNSTER, 1846 (un làbrid, com la donzella, la persiana o els tords), *Trigonodon oweni* SISMONDA, 1849 i *Diplodus jomnitanus*



Fig. 5.4. Dent de *Procarcharodon megalodon*. Amplada de la dent: 8 cm.

VALENCIENNES, 1844 (Obrador i Mercadal, 1973), de posició sistemàtica incorrecta, en presentar unes característiques més properes als trigonodòntids que als espàrids (Mañé *et al.*, 1995).

Com a noves cites per a la fauna ictiològica fòssil de Menorca podem anomenar també *Dentex* sp (déntol) i *Tetraodon* sp (peix globus) (Fig. 5.5). Com en el cas dels balistids, els tetraodòntids es troben actualment molt diversificats en els mars tropicals, de manera que la seva presència en el Miocè menorquí sembla indicar unes condicions climàtiques més càlides que les actuals a la Mediterrània.

### EQUINOÏDEUS O BOGAMARINS

Dins del grup dels equinoderms, al migjorn menorquí són especialment ben representats els equinoïdeus o bogamarins. Si bé no es tracta d'una classificació gaire correcta (no és

una classificació filètica), els bogamarins que trobam al Miocè de Menorca els podem incloure dins dos grups diferents: els regulars (amb simetria radial) i els irregulars (amb simetria bilateral) (taula 5.1). Generalment, el que es troba fossilitzat és la closca (o el seu motle intern), però no és rar trobar pues o fins i tot fragments de la “llanterna d’Aristòtil”, que és l’òrgan que fa servir l’animal per a mastegar els aliments i que està format per una sèrie de peces calcàries.

Tots els bogamarins citats a continuació (excepte *Amphiope bioculata* DESMOULINS, 1835) han estat trobats associats a les fàcies de llacuna o de talús d’escull (això no significa, però, que siguin exclusius d’aquestes fàcies), més o menys properes a zones on dominen les fàcies de front d’escull o de biostromes de rodofícies, tant del Tortonià com del Messinià (Miocè superior). Aquestes fàcies calcarenítiques, més o menys riques en algues calcàries roges i altres organismes marins, són especialment indicades per a la recol·lecció i l’estudi dels bogamarins fòssils, ja que generalment estan poc cimentades.

### Bogamarins irregulars

Són els bogamarins fòssils més abundants en el Miocè de Menorca. Els grups més ben representats són els següents:

Clipeasteroids.- Els bogamarins més espectaculars per la seva mida (poden arribar a fer un pam d’alt) i la seva forma (de campana, més o menys elevada) són els que s’inclouen dins el gènere *Clypeaster*. A Menorca són relativament comuns *C. altus* KLEIN, 1778, *C. portentosus* DESMOULINS 1837 (Fig. 5.6) i *C. marginatus* LAMARCK, 1816. Com a fòssil, aquest gènere es troba distribuït arreu del món. Actualment no trobam cap representant viu d’aquest gènere a la Mediterrània, ja que només es distribueix a les zones càlides de la regió indopacífica i del Carib (Wyatt, 1986).

La gent coneix bé aquests bogamarins, però moltes vegades són confosos amb altres animals. Així, les zones ambulacrals en forma de pètal, es confonen amb estrelles de la mar; de vegades (quan la closca està seccionada i deixa veure l’estructura interna, formada per



Fig. 5.5. Dents de peixos ossis. A i B: *Balistes crassidens*; C: *Tetraodon* sp; D: *Sparus cinctus*; E: *Dentex* sp; F: *Labradon multidentis*. Escala gràfica: 5 mm.

EQUINOÏDEUS IRREGULARS
<b>CLYPEASTEROIDS</b>
Família CLYPEASTERIDAE L. Agassiz, 1835
Gènere <i>Clypeaster</i> Lamarck, 1801
Família FIBULARIIDAE Gray, 1855
Gènere <i>Fibularia</i> Lamarck, 1816
Família SCUTELLIDAE Gray, 1825
Gènere <i>Scutella</i> Lamarck, 1816
Família ASTRICLYPEIDAE Stefanini, 1911
Gènere <i>Amphiope</i> L. Agassiz, 1840
<b>CASSIDULOIDS</b>
Família ECHINOLAMPADIDAE Gray, 1851
Gènere <i>Echinolampas</i> Gray, 1825
<b>ESPATANGOIDS</b>
Família SCHIZASTERIDAE Lambert, 1905
Gènere <i>Schizaster</i> L. Agassiz, 1836
Família BRISSIDAE Gray, 1855
Gènere <i>Brissus</i> Gray, 1825
Gènere <i>Meoma</i> Gray, 1851
Família SPATANGIDAE Gray, 1825
Gènere <i>Spatangus</i> Gray, 1825
Família HEMIASTERIDAE Clark, 1917
Gènere <i>Opissaster</i> Pomel, 1833
EQUINOÏDEUS REGULARS.
<b>CIDAROIDS</b>
Família CIDARIDAE Gray, 1825
Gènere <i>Cidaris</i> Leske, 1778
Gènere <i>Cyathocidaris</i> Lambert, 1910
Gènere <i>Prionocidaris</i> A. Agassiz, 1863
<b>ECHINACEA</b>
Família ECHINIDAE Gray, 1825
Gènere <i>Psammechinus</i> L. Agassiz & Desor, 1846

Taula 5.1. Llistat sistemàtic dels principals gèneres d'equinoïdes del Miocè de Menorca.

tota una sèrie de pilars i làmines) amb “boques de peix” i fins i tot amb les ales d’una papallona (d’aquí el nom de la cova des Papalló, a Ciutadella) quan el que és conserva és la base de la closca i adquireix unes formes més o menys capritxoses (Bartomeu Camps, comunicació personal).

D’altra banda, al port de Maó (a les zones més distals d’un antic sistema deltaic) també hi ha un bogamarí de forma molt curiosa, representat únicament per una espècie: l’*Amphiope bioculata*, amb la closca molt plana i amb dos forats rodons (lúnules) a la part posterior (Llompart *et al.*, 1979; Rosell i Llompart, 1983, 2002). Es tracta d’un gènere extingit, trobat únicament a Europa, Angola i l’Índia (Wyatt, 1986). La seva forma de vida devia ser semblant a la dels representants actuals d’aquesta família, els Astriclipeids (que comprèn tan sols dos gèneres de distribució indopacífica: *Astriclypeus* VERRIL, 1867 i *Echinodiscus* LESKE, 1778), o a la d’altres clipeasteroids de morfologia semblant, que viuen totalment o parcialment enterrats al fons marí.

Actualment, els clipeasteroids estan representats a la Mediterrània per un sol gènere: *Echinocyamus pusillus* (O. F. MÜLLER, 1776), un bogamarí molt petit (10 mm com a màxim) que apareix de manera regular a l’arena de les platges.

Espatangoids.- Dins d’aquest grup, el gènere *Schizaster* presenta diverses espècies en el Miocè de Menorca; la diversitat dels *Schizaster* miocènics contrasta clarament amb el fet que actualment en trobam una única espècie a la Mediterrània (Riedl, 1986), de la qual és endèmica: *S. (Ova) canaliferus* LAMARCK, 1816.

Els representants del gènere *Meoma* es troben amb menys freqüència que el gènere *Schizaster*; i no sembla que estigui tan diversificat. Un caràcter que permet diferenciar aquests dos bogamarins és la longitud dels pètals posteriors, més llargs a *Meoma*. Actualment, no es troba cap *Meoma* a la Mediterrània i únicament es distribueix a la zona del Carib i de Panamà (Fischer, 1986).

*Spatangus* també és poc freqüent al Miocè menorquí. Es diferencia fàcilment de *Meoma* i

*Schizaster* per la possessió d'uns pètals no enfonsats (Fig. 5.7); *S. purpureus* MÜLLER, 1776 i *S. inermis* MORTENSEN, 1913 són les úniques espècies d'aquest gènere presents actualment a la Mediterrània (Munar, 1984; Riedl, 1986).

El gènere *Opissaster* es pot confondre amb els gèneres *Schizaster* i *Meoma* al presentar també els pètals enfonsats. Els representants del gènere *Opissaster* trobats a Menorca (Fig. 5.8) es diferencien de les espècies que pertanyen al gènere *Schizaster* per una closca més globulosa i de contorn més arrodonit, amb uns pètals posteriors més allargats. Bàsicament, *Opissaster* es diferencia de *Meoma* per la forma de la part més distal de l'ambulacre III, més enfonsada i ben delimitada que a *Meoma*. *Opissaster* és un gènere exclusivament fòssil, amb representants des de l'Eocè fins al Pliocè de l'àrea mediterrània, l'Índia i el Carib (Fischer, 1986).

Cassiduloids.- A Menorca, *Echinolampas* hi és present amb unes quantes espècies diferents de mides molt variables: des d'uns pocs centímetres de diàmetre fins a 155 mm. La seva forma és, però, poc variable: més o menys aplanats a la zona oral (ventral) i arrodonits a la part aboral (dorsal) (Fig. 5.9). Actualment *Echinolampas* no és present a la Mediterrània; només se'n troben espècies a l'oceà Índic (Kier, 1986).

### Bogamarins regulars

En comparació amb els grups que hem vist fins ara, els bogamarins regulars són relativament rars a les fàcies de llacuna i de talús d'escull, on només n'hem trobat les pues o closques fragmentades. La manca d'aquest tipus de bogamarins en aquestes fàcies es deu, molt possiblement, a condicionants de tipus ecològic: molts d'aquests bogamarins viuen sobre substrats durs, mentre que d'al-



Fig. 5.6. *Clypeaster portentosus*. Alçada màxima de la closca: 102 mm.



Fig. 5.7. Espatangoids fòssils miocènics. A: *Meoma* sp; B: *Schizaster* sp; C: *Spatangus* sp. Escala gràfica: 10 mm.

tres, com els cidaroids (els més ben representats en el Miocè menorquí) viuen sobre fons fangosos i de coraligen (Riedl, 1986).

Cidaroids.- Les pues de *Cidaris* són uns fòssils relativament comuns en el Miocè menorquí. Són bastant llargues (6 cm o més), amb la superfície ornamentada amb una sèrie



Fig. 5.8. *Opissaster* sp. Diàmetre màxim de la closca: 65 mm.



Fig. 5.9. *Echinolampas* sp. Diàmetre màxim de la closca: 70 mm.

de grànuls ordenats en fileres longitudinals que es van estrenyent cap a l'àpex. Les pues de *Prionocidaris* i *Cyathocidaris* són més rares; presenten formes molt variables i, en ocasions, curioses. En comparació a les de *Cidaris*, les pues primàries de *Prionocidaris* són més gruixades, adornades amb unes espinetes baixes ordenades també en fileres longitudinals i acabades en una zona més ampla; en *Cyathocidaris*, l'acabament és en forma de copa o trompeta.

Els cidaroids estan actualment representats a la Mediterrània per dos gèneres diferents (Riedl, 1986): *Cidaris cidaris* (LINNAEUS, 1758) i *Stylocidaris affinis* (PHILIPPI, 1845). El gènere *Prionocidaris* es troba actualment distribuït per l'Indopacífic, i com a fòssil ha estat també citat al Miocè de Sardenya i Malta; el gènere *Cyathocidaris* està extingit i es troba al Cretaci, a l'Eocè i al Miocè d'Europa i de l'Antàrtida (Barraclough, 1986).

Echinacea.- Aquest grup està representat pel gènere *Psammechinus*, que és relativament comú a les fàcies de nucli d'escull, encara que també pot aparèixer a les fàcies més arenoses del talús i de la llacuna del sistema d'escull. Actualment, aquest gènere està representat a la Mediterrània per una sola espècie: *P. microtuberculatus* (BLAINVILLE, 1825), amb una closca petita, que no passa dels 4 cm.

## GASTERÒPODES

Els gasteròpodes són relativament abundants en el Miocè menorquí. En la majoria dels casos, però, la closca original ha desaparegut i hi han quedat els motles interns o externs. Aquest tipus de conservació només permet, en alguns casos, la classificació a nivell de família; en general, però, només és possible en rangs taxonòmics superiors. En casos molt rars, la closca original ha estat substituïda per una substància secundària de rebliment, de manera que el que tenim és una rèplica (una còpia) de la closca. En algunes zones bioconstruïdes, la closca dels gas-



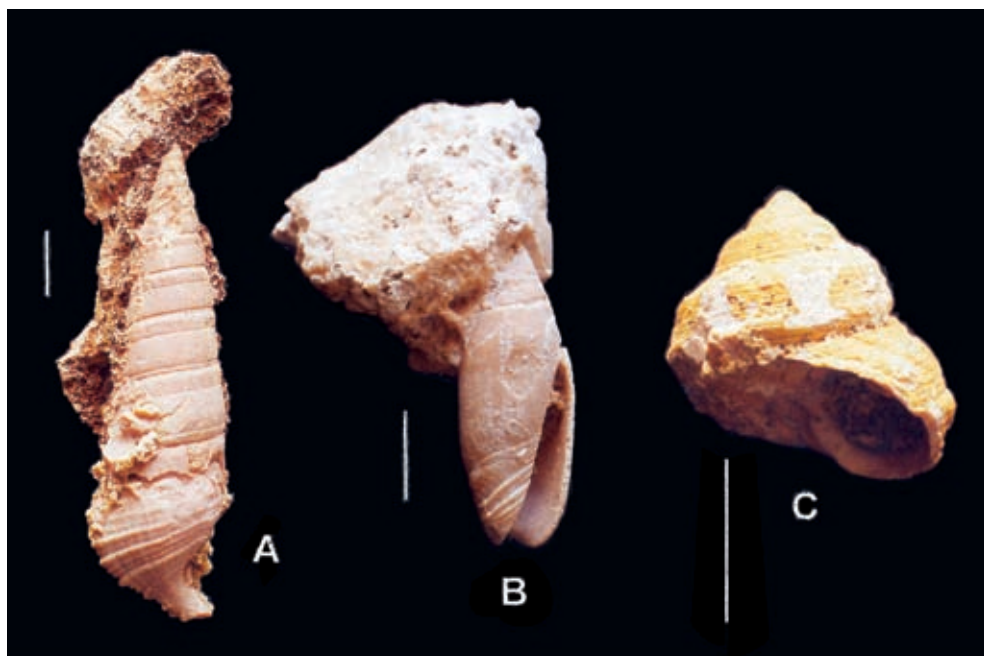


Fig. 5.10. Alguns gasteròpodes miocènics: *Clava* sp (A), *Olivella (Lamprodoma) grateolupi* (B) i un tròquid indeterminat (C). Escala gràfica: 5 mm.

teròpodes (i altres taxa associats a aquestes fàcies) sembla haver estat substituïda per un fang calcari molt fi.

Les zones on s'ha produït aquest tipus de fossilització deixen veure, de manera molt clara, la gran diversitat de gasteròpodes dels esculls miocènics: hi són presents els estròmbits, els natícid, els murícids, els cònids, els cipreïds, els tròquids, els turritèlids, els olívids (*Ancilla glandiformis* LAMARCK, 1910, i *Olivella (Lamprodoma) grateolupi* (D'ORBIGNY, 1852)), els cerítids (*Clava* sp) i els càssids (*Phalium* sp), entre molts d'altres (Fig. 5.10) (Obrador, 1972, 1973a i 1973b). El seu estudi i la seva classificació són, però, molt difícils, en ser pràcticament impossible separar el fòssil de la roca matriu, generalment molt dura.

La gran diversitat d'alguns grups de gasteròpodes, com els olívids (no presents actualment a la Mediterrània), indiquen clarament l'existència, durant el Miocè superior, d'un clima més càlid al nostre mar (Davoli, 1989).

## BIVALVES

Com en el cas dels gasteròpodes, el registre dels bivalves fòssils pot donar una sensació de pobresa taxonòmica deguda al fet que en molts de casos, la closca original ha desaparegut i se n'ha conservat únicament el motle intern i/o l'extern. En circumstàncies molt especials (com ja hem vist en els gasteròpodes) el que trobam són còpies naturals, amb les quals podem conèixer la diversitat dels bivalves a les zones d'escull. Hi són presents, entre molts d'altres, els ostreïds, els venèrids, els àrcids, els clavagèlids i els inoceràmids, representats per un sol gènere (*Isognomon*) que es caracteritza per la mida (bastant gran) i per la forma de la de la seva xarnera, amb unes dents i fossetes paral·leles.

Una altra família de bivalves present és la dels mitílids, representada principalment pel gènere *Lithophaga*, en els que s'inclouen els dàtils de mar. Aquests bivalves viuen a l'interior d'un substrat dur, que perforaren mitjançant una substància àcida segregada pel marge del man-

tell (Poppe i Gotto, 1993). Per aquesta raó, els dàtils de mar miocènics es troben també associats a les fàcies d'escull o a zones on existia un substrat dur on fixar-se. En aquestes fàcies és fàcil observar els forats realitzats per aquests mol·luscs, on a vegades es conserva el motle intern de la closca.

Un dels grups més ben representats en el Miocè de Menorca (en nombre d'individus, més que en nombre d'espècies o gèneres) és el dels pectínids (Fig. 5.11), família que inclou escopinyes tan conegudes com la “escopinya de Sant Jaume” o *Pecten jacobaeus* (LINNAEUS, 1758), el xelet (*Chlamys opercularis* (LINNAEUS, 1758)), la rumbera (*Chlamys varia* (LINNAEUS, 1758)), la rumereta (*Chlamys hyalina* (POLI, 1795)) o el xel petit (*Chlamys glabra* (LINNAEUS, 1758)), entre d'altres (Mateo, 1979). A vegades, un d'aquests pectínids (*Chlamys (Aequipecten) scabrella* LAMARCK, 1819) forma acumulacions (lumaquel·les), generalment de valves sense articular (Fig. 5.12). El gènere *Chlamys* inclou, dins del subgènere *Macrochlamys*, una de les escopinyes més grosses del Miocè menorquí.



Fig. 5.11. *Chlamys multistriata*. L'exemplar conserva les dues valves. Diàmetre màxim de la closca: 45 mm.



Fig. 5.12. Lumaquel·la de *Chlamys (Aequipecten) scabrella*. Escala : 14 cm.

## BRAQUIÒPODES

En el Miocè de Menorca trobam dos grups de braquiòpodes: els terebratulíds i els rinconèlids. Dins el primer grup (el més abundant) hi ha citada *Terebratulula terebratulula* (LINNAEUS, 1758), *Megathiris detruncata* (GMELIN, 1790), *Mergelia truncata* (LINNAEUS, 1767) (Llombart i Calzada, 1982). Dues d'aquestes espècies (*M. truncata* i *M. detruncata*) són presents actualment a la Mediterrània (Llombart, 1983; Logan, 1979). El grup dels rinconèlids està representat per dues espècies: *Aphelesia sanctapaulensis* (PAJAUD, 1976) i *Cryptopora nysti* (DAVIDSON, 1874) (Llombart i Calzada, 1982).

## CONCLUSIONS

La fauna fòssil del Migjorn menorquí és molt rica i variada. Aquesta diversitat biològica es fa més evident en uns grups que en altres a causa de determinats processos diagenètics, com la dissolució de les closques. Aquest és el cas dels mol·luscs, conservats generalment com a motles interns o externs, la qual cosa fa que la diversitat d'aquest grup sembli menor del que és en realitat. En els equinoderms, la conservació sol ser millor i exemplifiquen de forma molt clara (tal com s'esdevé amb altres grups animals, com els coralls, els olívids, els balístids, els tetraodontíds i els sirènids) les diferències faunístiques existents entre el Miocè superior i la fauna marina actual de la Mediterrània: baixada de la diversitat de certs grups taxonòmics (gènere *Schizaster*, per exemple) i desaparició total d'altres taxa, actualment lligats a unes condicions climàtiques més càlides (gèneres *Meoma*, *Clypeaster* i *Echinolampas*).

Més rarament, algunes espècies miocèniques arriben fins a l'actualitat. Aquest és el cas de dos braquiòpodes: *Megathiris detruncata* i *Mergelia truncata*, un grup que, curiosament, es troba poc diversificat en el Miocè.

## Agraïments

Estic especialment agraït a en Bartomeu Camps Bagur, de Ciutadella, que em va permetre fotografiar una de les peces de la seva col·lecció (el molar del *Metaxytherium*). Agraesc també al Dr. Jaume Gallemí, del Museu de Geologia de Barcelona (Museu Martorell), i al Dr. Jean Roman, del Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, l'haver-me classificat alguns dels bogamarins fòssils citats en aquest treball i, així mateix, a Antoni Rodríguez Arduengo, de Torrelavega (Cantabria), i Teresa Requena, bibliotecària de l'Institut de Paleontologia "M. Crusafont" de Sabadell (Barcelona), que m'hagin enviat part de la bibliografia referent als braquiòpodes actuals i fòssils de la mar Mediterrània i del Miocè menorquí. Na Pilar Vinent, del Servei d'Assessorament Lingüístic del Consell Insular de Menorca, ha tingut l'amabilitat de corregir el manuscrit original. Els magnífics treballs de Benet Mercadal i dels Drs. Antoni Obrador, Carme Llombart i Joan Rosell m'han servit de guia a l'hora de fer aquest capítol. Finalment, a en Guillem X. Pons i al Dr. Joan J. Fornós, de la Universitat de les Illes Balears, i a en Josep Antoni Alcover, de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), els don les gràcies per haver-me brindat l'oportunitat de col·laborar en aquesta Monografia. Els seus comentaris han ajudat a millorar, de manera important, aquest treball.

## BIBLIOGRAFIA

- BAUZÀ, J. 1967. Contribuciones al conocimiento de la ictiología actual y fósil de Menorca. *Rev. de Menorca*, 3: 197-210.
- BAUZÀ, J. i MERCADAL, B. 1962. Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica de Menorca. *Rev. de Menorca*, tom II: 153-163.
- BARRACLUGH, H. 1986. Cidaroids. A: Moore, R. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part U: Echinodermata. The University of Kansas Press and The Geological Society of America, Inc: 312-339.
- DAVOLI, F. 1989. Olividae (Gastropoda) miocenic: ultima testimonianza nell'area mediterranea di un clima intertropicale. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 28: 101-132.
- FISCHER, A. 1986. Spatangoids. En: Moore, R. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part U: Echinodermata. The University of Kansas Press and The Geological Society of America, Inc: 543-628.

- JURADO, M.J. 1985. *Estudi sedimentològic del Neogen de l'àrea de Ciutadella*. Consell Insular de Menorca. 144 pp.
- KIER, P. 1986. Cassiduloids. A: Moore, R. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part U: Echinodermata. The University of Kansas Press and The Geological Society of America, Inc: 492-523.
- LLOMPART, C. 1983. Braquiòpodos actuales de la plataforma sudoriental de Menorca y su relación con las formas miocénicas de la isla. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 27: 201-207.
- LLOMPART, C. i CALZADA, S. 1982. Braquiòpodos messinienses de la isla de Menorca. *Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 80: 185-206.
- LLOMPART, C., OBRADOR, A. i ROSELL, J. 1979. Geologia de Menorca. En: Vidal, J. M. (Dir.), *Enciclopèdia de Menorca. Tom I, Geografia Física*. Obra Cultural Balear de Menorca: 5-83.
- LOGAN, A. 1979. The recent Brachiopoda of the Mediterranean Sea. *Bulletin de l'Institut océanographique*, vol. 72, nº 1434. 112 pàg. Monaco.
- MANÉ, R., MAGRANS, J. i FERRER, E. 1995. Ictiologia fòssil del Pliocè del Baix Llobregat. I. Teleostis. *Batalleria*, 5: 19-27.
- MERCADAL, B., PILLERI, G. i CASINOS, A. 1985. A tooth of *Sacalidictus grandis* (Du Bus, 1872) (Physeteridae) from Aire Island (Menorca, Spain). *Investigations on Cetacea*, 18: 31-33.
- MUNAR, J. 1984. Faunística de equinodermos en las Islas Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 28: 5-22.
- OBRADOR, A. 1972. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca. *Revista de Menorca*, 64: 137-197.
- OBRADOR, A. 1973a. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca. *Revista de Menorca*, 65: 36-97.
- OBRADOR, A. 1973b. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca (Conclusión). *Revista de Menorca*, 65: 125-189.
- OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1973. Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 8 (4): 115-119.
- PILLERI, G., BIOSCA, J. i VIA, L. 1989. *The tertiary Sirenia of Catalonia*. Vammalan Kirjapaino Oy, Finland. 98 pp.
- POPPE, G. i GOTO, Y. 1993. *European Seashells. Vol. II: Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda*. Verlag Christa Hemmen. 221 pp.
- QUINTANA, J. 1998. Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- RIEDL, R. 1986. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Ed. Omega, S.A. Barcelona, 858 pp.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i relligat Dacs, Indústria Gràfica, S.A. Montcada i Reixac. 279 pp.
- WYATT, J. 1986. Clypeasteroids. A: Moore, R. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part U: Echinodermata. The University of Kansas Press and The Geological Society of America, Inc: 450-491.

## EL MAPA GEOMORFOLÒGIC

Vicenç M. Rosselló i Verger

*Departament de Geografia. Universitat de València*

La clàssica dicotomia menorquina establerta entre Tramontana i Migjorn és una traducció llampant de la constitució geolitològica i, més visible encara, de la geomorfologia. Això reforça el nostre objectiu d'estudiar-ne només la part meridional, identificada absolutament amb la meitat de l'illa dominada pel rocam calcari del Miocè superior. La tasca d'uns quants anys del nostre equip ha permès cartografiar amb prou detall (a 1/10.000 i de vegades a 1/5.000) aquest territori de devers 400 km<sup>2</sup>, estudiat a base de fotointerpretació i d'itineraris molt densos, tot i la difícil accessibilitat a causa de la xarxa hidrogràfica encaixada i les traves de la estructura tradicional de la propietat.

El resultat gràfic n'era en principi una sèrie de fulls a 1/10.000, però a efectes de publicació, els sintetitzàrem primer a 1/25.000 i ara a 1/50.000, amb la natural pèrdua de detall, però amb el guany de la visió de conjunt que servirà de base per aquest comentari. (El mapa es troba encartat al final del llibre).

### **UNA PLATAFORMA INCLINADA, GUERXADA I FRACTURADA**

El procés morfo-genètic de les plataformes carbonàtiques, confegides per la progradació

d'una rampa carbonatada amb barres i fronts escullosos en mar soma, es tradueix en superfícies lleugerament inclinades –cap al sud al nostre cas– de devers el 10 ‰. Ara bé, la modificació postemersiva, en part tectònica, de vegades ha accentuat aquest gradient que oscil·la entre 6 i 16 ‰, amb diferències notables (Taula 6.1).

El perfil des d'Alaior a ses Penyes –que forma el penya-segat més acusat–, dona precisament el gradient més baix a causa d'un bombament anticlinal (Gelabert, 2003). Tot plegat suggereix que la primitiva plataforma carbonàtica, si fou única, s'ha emmotlat i evolucionat en sectors amb certa independència.

Els geòlegs (Bourrouilh, 1973 i 1983) han proposat una segmentació de l'illa en tres sectors, un de central enlairat i més inestable, mentre que l'occidental i l'oriental serien més estables. El límit oest del bloc central deu estar entre Macarella i cala en Turqueta, fins a Torrellafuda, mentre que l'acabatall per l'est es pot col·locar en una línia imaginària de Son Bou a Alaior; més concretament Segura i col·laboradors (1999) fan notar la diferència evolutiva entre el torrent des Bec i el de Son Bou, que servien per a delimitar el sector central. Tanmateix, caldria matisar el capteniment de l'espai comprès entre les penyes d'Alaior i Torralba, que no acaba d'encaixar amb la plana migjornenca de Maó, Sant Lluís i Es Castell. Grans fractures de sòcol poden explicar, tant l'alineació costenca oriental al S de la Mola, com la inflexió rectangular del litoral occidental

de Ciutadella. El reajustament profund, segons Bourrouilh (1983), s'esdevingué ja al Tortonià, però hi ha hagut moviments posteriors, sobretot a Tramuntana. Gelabert (2003) explica la inversió i alçament de la conca miocènica amb la conseqüent fracturació.

Una superfície d'abració postmessiniana hauria d'haver 'unificat' els nivells a una cota semblant a la que es repeteix entre el S de Ferreries i Alaior a devers 120-140 m i una altra, més meridional, entre 100 i 120 m entre els barrancs de Trebalúger i des Bec. Tot i amb això, l'explicació de les planes dels dos extrems de l'i-

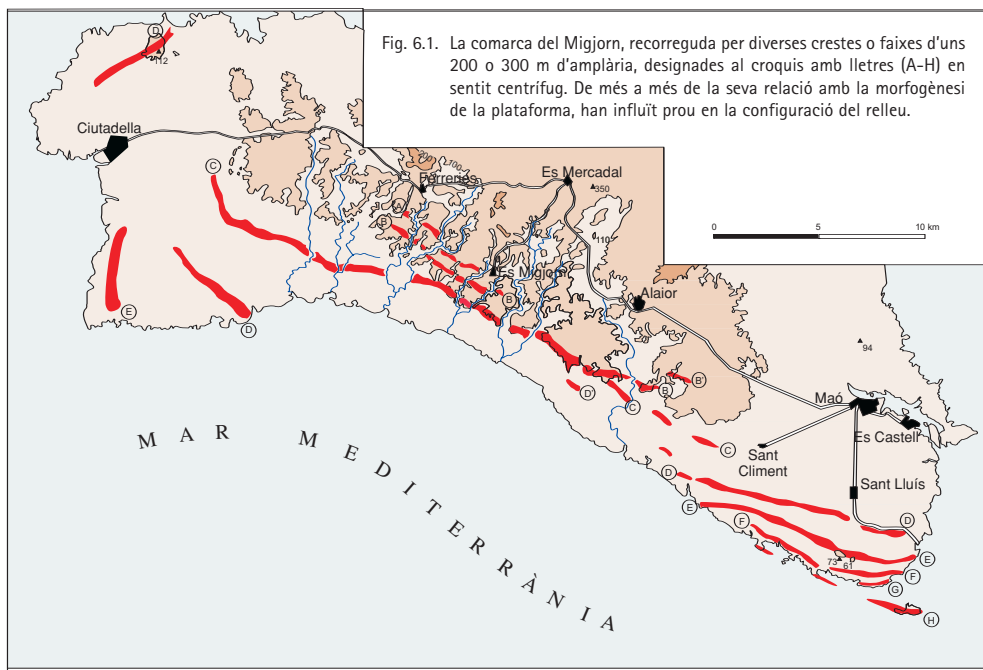
lla, que no excedeixen gaire els 50 m, fan pensar en moviments posteriors amb un enfonsament més clar a la de ponent. Estudis de detall, conca per conca, ens permetrien detectar esglaonaments locals als que possiblement han interferit l'acció fluvial i la dissolució càrstica. És el cas, p.e., del barranc de sa Cova –afluent del de Trebalúger– al S de Son Mercer de Baix, i d'altres semblants que mostren en llurs cursos un clar trencament.

L'anàlisi morfològica duta a terme sobre el model tridimensional i la fotointerpretació acurada ens han descobert unes crestes o faixes de gran llargària i amplària variable de 200 a 300 m de mitjana, que es presenten al llarg de desenes de quilòmetres amb una certa continuïtat i gairebé paral·leles al litoral actual. No les hem vist reflectides exactament als mapes geològics publicats i, per ara, suposam que són un reflex litològic (litoestratigràfic). A la topografia, sí que influeixen donant adés i ara la sensació d'escaionament i en alguns casos són fitades per alguns conjunts talaiòtics que n'aprofitaren l'aspecte estratègic dominant.

A la figura 6.1 podem observar que al sec-

Contrada	‰
Plana de Ciutadella (NNE-SSW)	13,5
Plana de Ciutadella (per sota 50 m s.n.m.)	10,0
Ferreries-sa Miloca (car <sup>a</sup> PM 714)	15,6
Interfluvi barrancs Santa Anna-Algendar	8,7
Alaior-ses Penyes	5,8
Maó-Biniparratx	9,8

Taula 6.1. Gradients de la plataforma del Migjorn.



tor central de l'illa se'n succeeixen tres, més o menys paral·leles, tot coincidint la més baixa amb la isohipsa 100. Als altres dos sectors només en trobam dues o tres de clares i, al cas de Ciutadella, dues o tres molt més separades. La descripció del curs de cadascuna de les "crestes", la farem dins el sector respectiu, però ara sí que en feim una consideració global de les cinc o sis alineacions que recorren la plataforma. Les tres més interiors depassen gairebé sempre els 100 m d'altitud i arriben al màxim a Torressolí Vell (138 m). El traçat de l'alineació més llarga (C) s'obri molt a la seva arrencada occidental amb un curs quasi meridià des des Tudons a Son Tica, tot contornant el gran espai gairebé arreic del sud de Torretrencada i Torrepatxina. Les tres crestes (A, B i C) al sector central mantenen una separació de devers 0,5 km a la zona hidrogràficament més complicada.

La cresta inferior de ponent (D) no excedeix els 40 m s.n.m., excepte a la talaia d'Artrutx (63 m), sens dubte realçada tectònicament. Sempre roman avançada més d'un quilòmetre respecte a la C. La D<sub>1</sub>, discontinua, és un poc més alta (85-55 m s.n.m) perquè, a l'inici, Llucalari fa part del bloc basculat de les penyes d'Alaior, després va morint morint vers llevant. La plana maonesa encara té una altra alineació –o dues o tres–, la més important de les quals (E), s'Argossam-Torret, depassa els 50 m s.n.m.

La interpretació temptativa d'aquestes 'crestes' seria la *rima* o vorell de les rampes messinianes progradants a partir del nucli emergit del basament paleozoic de l'illa. Aquestes rimes coincideixen sovint amb els eixos de les "bioconstruccions dominants" del mapa geològic de

l'ITGM a 1/25.000. Òbviament tendrien una successió temporal de dins a fora que caldria coherençar amb la (neo)tectònica i els cicles de High Stand Systems Tract (Pomar *et al.*, 2002) durant nivells alts.

### UNA XARXA FLUVIAL DIVERSA I DESCONCERTANT

Un planell calcari calcoarenític (maressenc) no és el lloc d'elecció d'una xarxa fluvial ben desenvolupada, és a dir, evolucionada amb "lògica" d'hidràulica superficial. La relativa freqüència de depressions tancades i de cursos que "ni van ni vénen" ens imposa un tractament diferenciat entre cursos funcionals o "funcionables" i *canals* –mot ben viu a Menorca– relictos o absolutament difunts.

Els **espais endorreics i arreics** no poden mancar al Migjorn. La mitja dotzena llarga de grans depressions càrstiques graficades al nostre mapa tenen diàmetres o eixos superiors als 1.000 m i vores molt poc marcades probablement per intervenció antròpica. Es troben a la part occidental i, sobretot, a l'oriental; no n'hi ha a la part central més tectonitzada (Taula 6.2).

La depressió del pou de ses Angoixes és una mena d'uvala, travessada per la C 721, que s'estira fins més enllà de la naveta des Tudons; la llargària ultrapassa el 1,5 km. La gran depressió de Torrellafuda, que s'inscriu dins l'alt pla de 110 m, té un eix que depassa el quilòmetre i un suposat pónor central, poc funcional. La de Sant Joan de Missa (amb 2 m escassos de desnivell) té uns 1.400 x 500 m i una dolina invaginada tra-

Denominació	altitud	diàmetre major	x	y
Ses Angoixes	49	1.500 m	5763	44297
Torrellafuda	110	>1.000 m	579	4428
Sant Joan de Missa	24	1.400 m	5755	44245
Plans d'Algendar	85	650 m	6038	44158
Camp d'aviació Sant Lluís	55	1.300 m	6073	44137
Na Plana de Sant Climent	82	800 m	6037	44136

Taula 6.2. Grans depressions càrstiques del Migjorn.

vessada pel camí de sa Marjal-cala en Turqueta. A la part oriental la gran dolina d'Alcaidús roman molt desdibuixada i alterada per un paleo canal que l'ha oberta cap al sud. Els plans d'Algendar mostren una altra depressió càrstica molt esvaïda. A l'E de Sant Climent i a una altitud semblant s'obri una altra dolina que té 550 m d'eix major. Na Plana (a l'oest de l'aeroport) és una depressió redona de 750 m de diàmetre, però en té una altra de bessona. A Binissafüller comença un enfilall de clotades molt somes disposades en sentit E-W al llarg de 2,7 km, que inclouen l'extrem meridional de la pista d'ateratge. No tan casualment, l'antic camp d'aviació de Sant Lluís també ocupa una altra depressió endorreica. Més al sud, a llevant de Torret, la coma de sa Serreta (x 6077/y 44094) té unes dimensions de 500 x 150 m i el fons a 53,4 m.

Les dolines menors detectades es compten per desenes, però en resten molt poques de tancades del tot. Hi incloem depressions d'eix inferior als 500 m, sovint anomenades *comes*, que abunden tant a l'espai occidental per sota de la isohipsa 100 m, com en el bloc elevat central i a l'oriental, sempre per damunt la corba de nivell dels 50 (Fig. 6.2). La gran majoria apareixen esbocades en haver estat captades per l'erosió regressiva dels barrancs encaixats. N'esmentam unes quantes de ben caracteritzades. Al S de Son Saura, buidada en la baixa plataforma de +10 m, s'hi encaixa una de 100 m de diàmetre i 1,5 de salt; entre sa Cova i sa Marjal Vella una minúscula i oberta a W, se centra en un avenc. A la mateixa partió estructural, dins Son Gornés, la isohipsa 100 tanca una uvala i una dolina obertes vers migjorn. Al N de Santa Ponça una bella dolina, remarcada per les parets, queda a +70 m a l'interfluvi; a uns +90 m al SW d'Albranca n'hi ha una entre les dues "crestes" de progradació; una de les més notables, desenvolupada i conservada és just al N de Sant Tomàs i ateny 450 m

d'eix; al costat oest de Biniarroi el fons d'una dolina de 350 m de diàmetre té 98,7 m s.n.m., amb vores d'1,5 m; una altra ben interessant és la situada a x 599/y 4413, a l'oest de Binicalaf (49,07 m), etc., etc. N'hi ha més d'una que estan en contacte amb una de les crestes-barres que comentàvem al primer apartat: no és descartable que la litologia hi jugui. La multitud de dolines esbocades o mitges dolines que s'obrin vers els col·lectors hídrics ens fan avançar la pregunta: són anteriors a l'encaixament o a l'organització fluvial?, en són determinants? Hi tornarem.

Espais arrels n'hi ha molts de discontinus i que, a banda d'omplir com a positiu els interfluvius dels barrancs o esquesques que en són el negatiu, solen coincidir amb les terres més primes i les parcel·les més grans. Binigafull (NE de Ciutadella) centra un domini indecís a devers 50 m d'altitud. A la plataforma més elevada en trobam un altre molt personalitzat de 2 o 3 km<sup>2</sup>, a 100 m s.n.m. a Torretrencada/Torrellafuda. A l'esquerra (S) del barranc de sa Cova, 110 m, al lloc de Sant Josep hi ha una altre espai arrel de devers un quilòmetre quadrat. Entre Lluçassaldent i Binialmés (120 m) s'estén a 3 km<sup>2</sup>. El planell de Llucalari (85 m s.n.m.) pot sumar el seu 1 km<sup>2</sup> escàs als 4 km<sup>2</sup> de les penyes d'Alaior fins a Son Esquella, que tenen rostrària insensible cap a l'interior.

Als planells baixos, trobam a la part de Ciutadella entre 30 i 10 m d'altitud, la gran superfície de Torressaura/Son Catlar, prolongable per Son Camaró i Son Alzina, que depassa els 10 km<sup>2</sup>, sense un mòdic aparell hídric. Però, tal volta, l'espai més característic sigui el comprès entre els dos aeroports del S de Maó (50-60 m s.n.m.) que, això sí, està molt parcel·lat i abasta 8,5 km<sup>2</sup>.

Les **densitats** de canals per unitat de superfície en territoris subàrids solen ser elevades (Rosselló, 1998), però les que hem trobat aquí



Fig. 6.2. Tall gairebé meridiana Son Gornosset-Binimassó-Son Triai (conca del barranc d'Algendar, Ferreries) a la plataforma entorn dels 100 m d'altitud. Un seguit de dolines évasées són separades per modestos llinars. Un probable afontament coincideix amb un torrent "tectònic", no gaire funcional perquè un avenc (cova d'en Curt) en capta l'eventual correntia.



presenten una gran dispersió, entre 0 a sectors arreïcs i 4.250 es Barrancó (Taula 6.3).

El primer espai s'integra a la baixa plataforma ponentina i els altres dos al sector central realçat i disseccionat. Litològiques, no hi ha grans diferències, però funcionals, sí. La fracturació intervé d'una manera decisiva en la densitat de drenatge.

En el mapa fisiogràfic, en efecte, cal distingir entre  **cursos funcionals i relictos** . Tot i que parlem d'un funcionament relativament modest i de vegades només "possible" (pel caràcter espasmòdic o pel llarguíssim període de retorn), l'altre extrem és clar: són aparells absolutament "fora de servei". Els barrancs funcionals més importants coincideixen sempre amb cales remarcables—que foren precisament el punt d'arrencada de la nostra investigació— i amb un no menys interessant aiguamoll. De ponent a llevant Macarella rep del barranc de Santa Anna, cala Galdana el d'Algendar i la seva extensa xarxa, a la de Trebalúger hi aboca el barranc homònim amb la voluminosa aportació del barranc afluent de sa Cova; al prat de Son Bou s'hi apleguen el torrent de Son Boter i el barranc des Bec i a la cala en Porter hi fineix un altre barranc homònim amb escassos afluents. Aquests set aparells se'n porten amb molta diferència la major part de les conques eficaces del Migjorn. En podríem ressenyar una altra mitja dotzena, molt més esquifits, encara que compleixen el mateix model.

Dos trets característics criden l'atenció de qualsevol observador: la incisió sovint molt acusada i els falsos meandres o mudaments repetits de direcció, tot i que predomini l'orientació general (pendent màxim estructural) NNE-SSW. Els barrancs més encaixats corresponen naturalment als del sector aixecat central i sobretot al d'Algendar que subaix de la talaia de Torrepaxina mossega més de 60 m gairebé en vertical; la diferència es manté, encara que la

vall sigui més oberta, tant al N com al S. El col·lector principal del barranc de Trebalúger té característiques idèntiques, extensibles al de sa Cova. Ara, cal remarcar que alguns tributaris no han desenvolupat aquesta fenedura, com si pertanyessin a un altre sistema: és el cas dels afluents del barranc d'Algendar que vénen del NE, que amb prou feines s'emboteixen 20 o 30 m i solen tenir una mena d'escaló de confluència. Nogensmenys, el cas més notable (Fig. 6.3) és un curs penjat d'1,8 km de llargària que, procedent de Son Mercer de Dalt, es manté 35 m per damunt dels cursos immediats tot recorrent l'interflui i insumint-se en un avenc a 43 m s.n.m. El torrent de Son Boter pertany al model incís i en alguns trams l'accentua amb més de 70 m de tallserat (Fig. 6.4).

Les traces d'aparells relictos o paleocanals són prou abundants i suggereixen un clima anterior més pluriós i/o —sobretot— freàtics més alts, és a dir, més pròxims a la superfície. A les plataformes baixes occidental i oriental hi ha una sèrie de caixers, de vegades ben visibles, que mostren direccions de correntia no coincidents amb el predomini actual. Al N de Ciutadella el canal des Horts prolonga a base de fractures alternants la llargaruda cala que fa de port; el canal s'encaixa notablement i recull diversos tributaris que s'interrompen de sobte en uns llinars a 18 m s.n.m., sense connectar amb diversos "possibles" afluents (de Son Solomó, de Torrevella i de Torrenova d'en Lozano, de Son Morell) que s'esvaneixen prop de la cota 27 m. Altrament, una abundosa xarxa de paleocaixers de sentit majoritari N-S ocupa els teòrics interfluis. Tres d'aquests s'abocaven a la vora dreta del port i foren tallats per la carretera del far ara fa més d'un segle, creant dues "falses dolines".

Al S de Ciutadella sovinteja una tendència vers el SW que es reitera fins i tot en petits "canals" entre cala en Turqueta i sa Marjal Nova. Tanmateix, els dos aparells més significats són el

Sant Joanet	x=574-575	y=4424-4425	z=25	0
Binissaïd	x=583-584	y=4423-4424	z≈50	4.050
Es Barrancó	x=585-586	y=4423-4424	z≈100	4.250

Taula 6.3. Exemples de densitats fluvials.

que “desemboca” a cala Santandria procedent des Rafal Vell i, potser, del sector mesozoic. Més complicat, encara, i sense desembocadura és el paleocanal del lloc de Monges –amb un doble meandre que va a parar a un avenc– que prové de Morvedre i amb una mòdica incisió travessa la “cresta-barra” C epigènica. També té interès el canalet encaixat –artificial?– de sa Talaia que aboca a l'estany de Son Xoriguer. Pel costat de llevant (S de Maó) la correntia va cap al SE, amb traces més difuminades. Hi ha un doble meandre a la mateixa àrea urbana que mor al N de Trepucó; un segon canal ondulant acabaria al pòlie del camp d'aviació de Sant Lluís i un altre més llarg el devia travessar pel S i arribar devers

es Rafalet Vell, sense connectar amb el barranc funcional. Tal vegada és més notable la part relictica que prolonga al N el barranc de ses Penyes per Algendar, Talatí i Alcaldús.

El sector central, en comptes de canals relictos, conté molts *canalons* i *canals* de fons pla que, malgrat ser de sistemes anteriors, s'han refuncionalitzat i jerarquitzat en encaixar-se els respectius col·lectors. En remarcarem alguns. Al S de Muntanya Vella, un ample paleocanal que neix als +106 m es dirigeix al SW en un tram de 1.300 m per a morir en la gran dolina de Totlluc 5805-4426, a +95 m; “tocaria” anar a parar al barranc de Santa Anna. El ramal més extrem de s'Alberg Vell (“Sobrevell”) és trencat per un esglaó a devers +60 m que el deixa penjat; quelcom semblant es repeteix al de Sant Antoni de s'Aranjassa a uns +45 m. El barranc d'Algendar i afluents de l'esquerra arriben a mostrar com a dos o tres nivells diversos de circulació relictica, combinada amb la presència d'un avenc al N de Binimassó (x=58456 y=44253 z=83). El sistema de Trealúger, a banda de l'afluent penjat de Son Mercer ja ressenyat (Fig. 6.5), mostra diversos segments gairebé inconnexos per damunt sa Cova, p.e. a Biniatzem al peu de Muntanya Grossa, al mateix límit amb el Permotrias. El traçat palme-

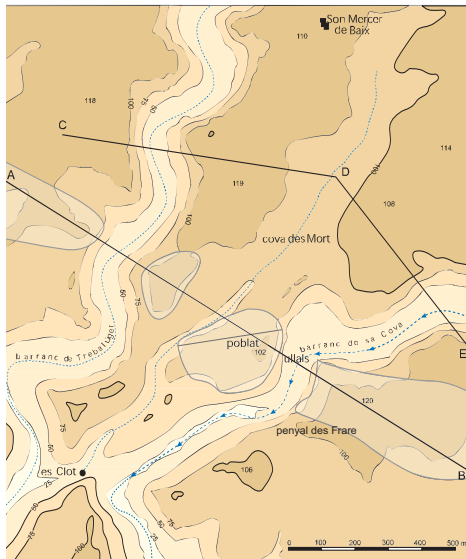
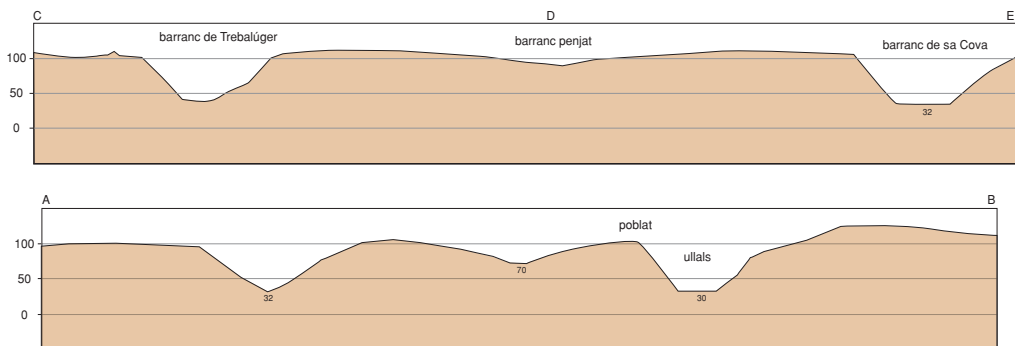


Fig. 6.3 Encaixament dels barrancs principals (Trealúger i sa Cova) en dos talls successius AB, més avall que el CDE. Noti's que el barranc penjat intermedi, que passa per la cova des Mort i prop del poblat talaiòtic de Son Mercer de Baix, no ha tengut temps d'ajustar el seu caixer, tot i que té un nivell de base prou baix, a l'engolidor des Clot. El barranc de sa Cova, en canvi, té un fons pla de rebliement i fins i tot dificultats de drenatge.



jat d'Es Migjorn Gran reuneix quatre canals de fons pla que anirien a parar al barranc de Binigaus. Dins el bloc mig basculat o elevat del S d'Alaior on *hauria* d'haver penetrat el barranc des Bec o el de Cala en Porter, hi ha molts trams de canalons relictos, fenomen que es repeteix entre Torralbes i Torralbenc. Al límit ponentí de la plana de Maó, els plans d'Algendar són recorreguts per un paleocanal que acaba encaixant-se prop de Sant Climent.

El gran **impluvi de Mitjanja** condiciona i explica tota la morfogènesi i l'organització hídrica del Migjorn. És obvi que el solapament del rocam miocènic sobre el sòcol paleozoic i el cabussament originari dirigeixen l'aigua subterrània de més de mitja illa vers el sud. La superficial també n'és afectada ostensiblement. El barranc d'Algendar pot haver fendit més de 70 m la plataforma per a capturar en un llindar de menys de 35 m s.n.m. es pla Verd, una conca penjada sobre el paleozoic de 12 km<sup>2</sup>. El portell s'obre al SW del puig de Santa Magdalena, però al pla de Baix hi arriba –amb drenatges en part artificials– el torrent de Bell-lloc que parteix de s'Enclusa (275 m, la segona eminència de l'illa). La depressió està reblida pels materials de meteorització del Permotrias en comptes d'al·luvions exteriors. Un cop passada la costa de Ferreries, el barranc de Trebalúger porta la divisió d'aigües a 200 m d'altitud, però el captador principal n'és el torrent de Son Granot que ha abaixat el llindar a 58 m, just al S del poble de Ferreries on s'ha hagut de canalitzar. La conca captada, tot i no ser plana ni tan regular, també deu assolir uns 9 km<sup>2</sup>. La penetració de la xarxa del torrent de Son Boter (7 km<sup>2</sup>) i del barranc des Bec dins la part de Tramuntana d'Es Mercadal no és tan espectacular, però ben efectiva. El barranc d'en Rellotge –prolongació del de Cala en Porter– arriba del·là del poble d'Alaior. García Senz (1985) va calcular en 42,3 km<sup>2</sup> el solapament total de les conques de Migjorn sobre la Tramuntana geològica. Llevant enllà, entrem al domini de l'arreisme total.

Val a notar que sense l'alimentació hídrica de Mitjanja i part de Tramuntana (de rocam menys permeable) els grans col·lectors centrals serien quelcom ben divers del que són. Deixant a banda oscil·lacions del nivell marí i pulsacions

neotectòniques, mai no haguessin pogut obrir les gorges i estrets que han excavat. Sense oblidar els fenòmens de dissolució càrstica.

Altrament, la xarxa fluvial del Migjorn està sotmesa a una vertadera **tirania fractural**. Al croquis geomorfològic es reporten accidents deduïts de fotointerpretació, però no tots, ni de molt, són fàcils de comprovar al terreny; és obvi

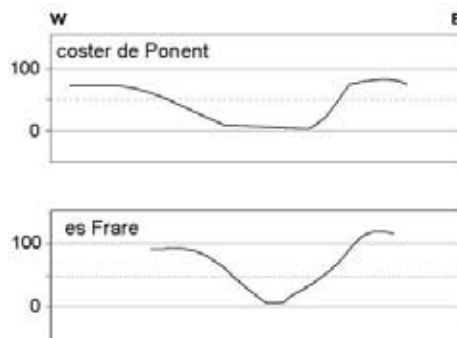


Fig. 6.4. El torrent de Son Boter, que desemboca al prat de Son Bou, es mostra més encaixat curs amunt (al peu des Frare) que a sa Vall (coster de Ponent) on el seu fons es mostra gairebé pla. Cal notar que a l'E s'alça el bloc aixecat de ses Terres Noves.



Fig. 6.5. Croquis geomorfològic del sector central del barranc de Trebalúger on s'aprecia el curs penjat de Son Mercer i mitja dotzena de canals o barrancs de fons pla, com també la presència de semidolines i la relació amb la xarxa de fractures (cf. Fig. 6.3).

que l'antropització n'ha esborrat molts i pot haver-ne recalcat uns altres pocs. De més a més, el rocam molt uniforme no afavoreix una diferenciació morfològica que accentui el tectonisme en el relleu. Una simple ullada ens mostra que les petites i curtes línies de fractura es concentren al bloc central i al col·lateral de transició de l'est. Cercar una direcció predominant als traçats sembla impossible, tot i que hom ensuma una certa coincidència en rumbos NNE-SSW. García Senz (1985), per fotointerpretació, traça al seu mapa una xarxa prou completa de la que va efectuar 178 mesures, amb un clar predomini N-S. També s'albirava una altra tendència als rumbos que fan transversal a la divisió geològica, és a dir, en sentit del pendent màxim: això darrer és molt significatiu per a la correntia. Alguns dels accidents afecten les barres-crestes B i, sobretot, C i hi justifiquen modestes epigenies.

De tota manera, allò més important és justificar els freqüentíssims i marejadors canvis de rumb o pseudomeandres que mostren els barrancs revisats. D'antuvi fa molt mal parlar de "meandres encaixats" o embotits al paisatge de plataforma i l'única alternativa exocàrstica seria recórrer a dolines "aprofitades" per una xarxa posterior. És una hipòtesi molt puntualment suportable. Les mesures de rumbos i el tractament estadístic que n'ha fet J.E. Pardo (en aquest volum), tanmateix, ens inclinen a pensar que la majoria de canvis de direcció obeeixen a línies de debilitat o a petites fractures i fins i tot a falles. Això val per als cursos compresos entre els que desemboquen a Macarella i cales Coves (o es Canotells), respectivament, de ponent a llevant.

El curs del barranc d'Algendar és el més marcat per una trama de fractures –de vegades paral·leles– d'una llargària que no sol passar els 300 o 400 m i que interfereixen sovint. No hi manquen els afluents encarrilats també per fractures convergents; al tram axial s'imposa la direcció N 15°E, mentre que els afluents de l'esquerra s'adaptaven als N 10°W i N 70°E o altres

direccions menors (Fig. 6.6). El barranc de Trebalúger és en realitat un interessant sistema simètric migpartit dels de Trebalúger i de sa Cova<sup>1</sup> que deixen entremig dos espais interfluvials –Son Olivar i Son Mercer– recorreguts per un curs axial suspès i naturalment relicte. El predomini de la direcció N 25°E de les fractures i dels trams fluvials és aquí absolut.

Paga la pena referir-nos també als barrancs de Son Boter i des Bec, el primer més variat i que assoleix encaixaments més notables; el segon més clarament determinat per una trama dominant N 10°E. Ambdós col·lectors ultrapassen la divisòria estructural illenca, recollint aigua del sud d'Es Mercadal. El barranc de Cales Coves o Sant Domingo, tot i la seva insignificància hídrica, mostra segments ben marcats pel traçat fractural, especialment entre les barres-crestes B i C des de Torralbes cap al sud.

## ARREISME I CARSTIFICACIÓ

Els conceptes d'endorreisme, exorreisme i arreisme són referits teòricament a la correntia superficial i per això en una plataforma calcària ens deixen una mica descol·locats. L'existència d'avencs, més o menys poc funcionals, revisada en un altre capítol d'aquest llibre, justifica espais endorreics que oscil·len entre la dimensió d'una petita dolina de 0,5 ha, grans depressions (pòlies?) o grans dolines de 2 km<sup>2</sup> o més i plans indiferenciats que poden arribar als 20 o 30 km<sup>2</sup>. Altres autors (García Senz, 1985) manegen conceptes i terminologia una mica diversos, que tendrem en compte.

La realitat geomòrfica de la plataforma no es pot oblidar en cap moment, però el capteniment hidrogràfic és ben diferent a l'espai central del dels dos espais més monòtons de ponent i llevant de l'illa on la correntia actual està reduïda a la més mínima expressió, quan no a la inexistència. Aquesta monotonia amb prou fines és modificada més que per subtils crestes que ja hem esmentat i que en alguns punts ja havia albirat García Senz (1985) que s'hi refereix precisament "entre els barrancs de sa Cova i Binigaus i a les valls eixutes que circulen sobre solcs orientats N 110° sota [sic] Sant Lluís i Sant

<sup>1</sup> "D'una persona de poques llums o molt atrassada solen dir a Menorca que és del barranc d'En Fideu; com si diguessin que no sap res, que és un bàrbaro" (J.M. Guàrdia, 1892). Aquest barranc, l'encaixament del qual va servir a Bourrouilh (1983) per a fer un dels seus talls més complets, és un afluent del de sa Cova.

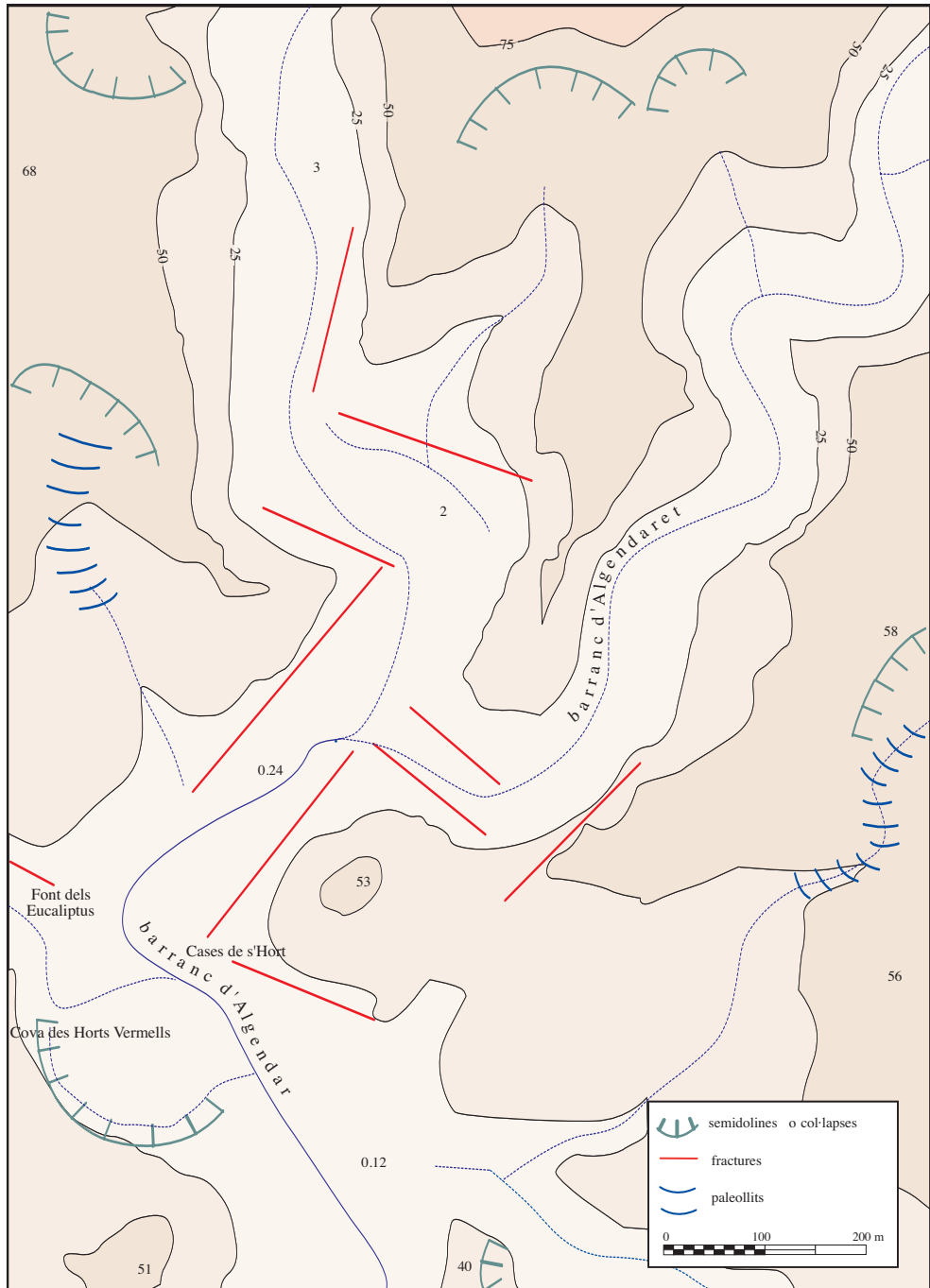


Fig. 6.6. L'influx de les fractures d'abast curt sobre el traçat hidrogràfic a la part baixa del barranc d'Algendar. Els majors encaixaments coincideixen amb les línies de debilitat esmentades. El reblliment quaternari dels barrancs penetra ben endins (observi's la cota 2 m al centre) i justifica la forma plana del fons.

Climent". Si al bloc més animat tectònicament, les referides crestes han estat fendides pels barrancs, als plans extrems no ho han estat.

L'autor citat es resisteix a considerar com a pòlies o dolines la majoria de depressions evanescents (quasi esvanides) i les atribueix, potser encertadament, a fenòmens epicàrstics que haurien afectat algun estrat subcutani amb una dissolució soma, però extensa, provocant lleugeres subsidències. Postula la preexistència de "paleovalls" que haurien esdevingut desarticulades. No

podria haver estat a l'enrevés? Una superfície evolucionada en un *altre* clima o amb un *altre* freàtic molt més alt, afectada per un canvi pluviomètric i/o un canvi de nivell de base? De totes maneres la subtil clotada de 3.700 m de diàmetre que se situa al triangle Maó-Sant Lluís-Sant Climent no presenta gaire unitat; més clara és la de 2.900 x 1.600 m de l'est dels aeroports. Al costat de Ciutadella nosaltres hem comprovat un major desenvolupament i organització dels paleocanals.

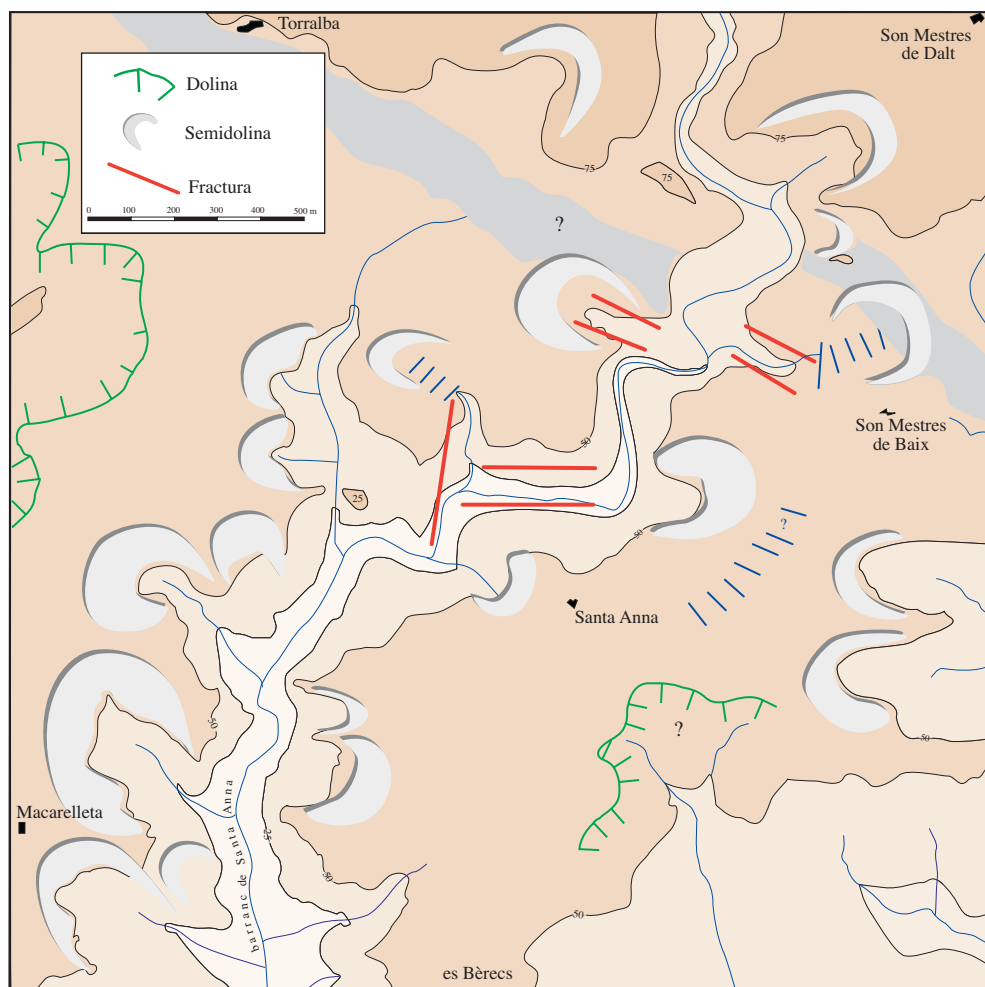


Fig. 6.7. Les que hem anomenat "semidolines", vulgarment comes, abunden extraordinàriament a les vores dels barrancs encaixats del Migjorn als quals s'aboquen, com a efecte de la mateixa erosió fluvial o dels freqüents esbaldrecs o col·lapses. El croquis mostra el cas del barranc de Santa Anna al seu curs baix-mitjà.

Dolines s.s., García Senz (1985) en el seu reconeixement de tot el Migjorn només en localitzada 21 i manifesta que al sector central solen orientar llur eix en el sentit del pendent. La més “didàctica” –és a dir, canònica– per a l'autor és na Plana, d'un quilòmetre de diàmetre, a la que nosaltres, fins i tot, podríem atribuir categoria de pòlie. Més amunt hem detallat molts espais deprimits tancats de diversa categoria, però ara i aquí no podem defugir l'obsessiva presència de dolines esbocades, d'un diàmetre mitjà entre 150 i 300 m, que s'aboquen sempre a un col·lector més tost funcional i formen repetits culs-de-sac de petits afluents. Siguen o no dolines estrictes, es compten per centenars: el barranc de Santa Anna en mostra una trentena; les que baden devers els eixos del d'Algendar són més de cinquanta i a la conca de Trebalúger, almenys, quaranta (Fig. 6.7). Si consideram aquesta massiva presència i evocam l'indiscutible paper de les dolines esfondrades i els col·lapses a les cales i les costes, ens inclinam a pensar en un paisatge “prefluvial” brufat de depressions petites i mitjanes que forniria l'explicació en clau càrstica del paisatge central.

Els segments en canyó dels barrancs han estat al·ludits a bastament i en podem ponderar llur encaixament superior als 50 m, amb una justificació càrstica: dissolució i sobreincisió per afonament o reutilització de cursos epígeus anteriors. El detall de la manca gairebé absoluta de còdols dins els sediments, atorga major paper a la dissolució. No deu ser aliè(na) a la infiltració càrstica el freqüent escalonament o la suspensió de determinats afluents que no compten amb l'alimentació freàtica. De tota manera, la superfície estructural del sector central de l'illa mostra un trencament, visible sovint entre els 95 i 70 m ca. que podria atribuir-se a la barra-cresta C del nostre mapa.

Per ara sabem poca cosa de la transcendència geomòrfica de les diferències litològiques del rocam migjornenc. Diu que les unitats esculloses són més poroses que les “unitats de barres”, però el mapa de distribució i, menys encara, l'estructura vertical no n'és suficientment coneguda. Un interrogant que sura és perquè abunda tan poc el rascler o lapiaz. Es reduiria a espais on està semicobert o visible gairebé

només al litoral estricte i a les vores d'alguns canyons com el pas del barranc de Santa Anna a la latitud de Totlluc, a devers 90 m s.n.m. que atenyen les vores i a Son Febre, al sud des pou des Canal, obert al mig d'un curiós encreuament de fractures. Una altra mostra de rascler coincideix amb l'inici de la cresta-barrada D a uns 35 m d'altitud, no lluny de Son Catlar. Si hom creu que el lapiaz més desenvolupat implica presència arbòria, sobretot d'alzinar (Ginés, 1996), i una coberta de sòl madur, hauríem de pensar en un paleoclima poc favorable. Per altra banda les cubetes de corrosió (siguen dolines o pòlies) i els no rars camps de forats demanarien ambients més humits, sense oblidar la diferència textural del rocam.

## EL LITORAL

En un altre capítol el recorrerem més detalladament; ara i aquí em reduesc a consideracions generals que servesquin per a un model interpretatiu. La configuració global del contorn de la meitat meridional de l'illa respon palesament a l'estructura de la plataforma carbonàtica que se solapa sobre el sòcol fracturat que només aflora a la part NW, concretament al cap de Menorca-Bajolí i punta Nati, fent bascular la superfície cap al S. Dues probables fractures profundes que s'encreuen prop de Ciutadella donen raó de l'angle quasi recte que hi fa la costa, amb un tram ‘paral·lel’ (cap de Banyos-es Degollador) i un ‘meridià’ que abasta fins al cap d'Artrutx. La major part del litoral migjornenc –més de 30 km– adopta una orientació WNW-ESE, paral·lela a uns accidents interiors postulats per Bourrouilh (1973) i també a les nostres barres-crestes C i D, fins a punta Prima. La costa sudoriental torna a ser gairebé rectilínia i sembla respondre a una altra fractura profunda, que va des de l'illa de l'Aire fins a l'oest de la Mola. El notable port de Maó coincideix escandalosament amb la gran falla que separa els dominis de Tramuntana i Migjorn, tot i que Rosell i Llompard (2002) l'atribueixen a l'erosió fluvial. Cal dir, de tota manera, que la sísmica de reflexió (Acosta *et al.*, 2002) no acusa cap gran accident dins la plataforma que envolta Menorca a llevant i ponent.

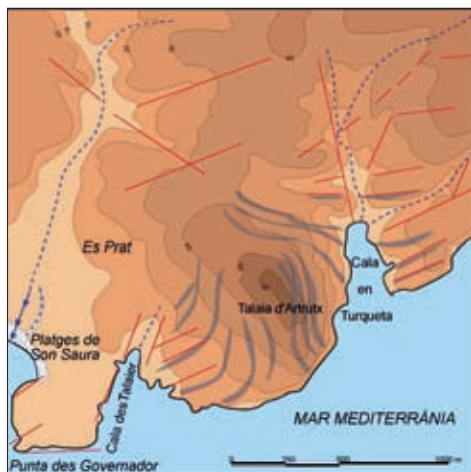


Fig. 6.8. El dispositiu tectònic de la talaia d'Artrux trenca l'horitzontalitat del litoral meridional i marca les dues cales que el flanquegen, especialment en Turqueta.

L'angle SW del gran terme de Ciutadella, el podem considerar en tres trams. El primer de l'oest de la capital conté una trama fallada que es tradueix a l'envitricollada disposició de les cales i caletes (d'en Forcat, en Brut, en Blanes) i fins i tot al mateix angost port de Ciutadella. Un segon tram N-S, molt carstificat, es caracteritza per la presència de rases i timbes o penya-segats modestos que no solen arribar als 10 m, però en algun punt depassen els 15. És possible que hi jugui una cresta (E) en disposició N-S, paral·lela a la costa entre cala Blanca i cap d'Artrux. S'hi obren tres cales notables que coincideixen amb antigues desembocadures de canals relictos. El tercer tram, des de cap d'Artrux vers llevant, arriba fins a les platges de Son Saura on es comença a notar la repercussió tectònica. És una costa molt baixa, probablement subsident, on destaquen els enfonsaments de dolines com "es Lago" i la platja de Son Xoriguer.

Entre la talaia d'Artrux i Macarella s'imposa la tectònica de fractura amb elevació progressiva de la costa i una reiterada orientació WSW-ENE. Aquí comença la successió de les cales més espectaculars i belles, totes implicades amb aparells fluvials, uns menys funcionals que altres. Les dues principals, cala Galdana i cala Trebalúger, de més a més, han ocupat l'espai de grans doli-

nes enfonsades o *cockpits* en un tram on el penya-segat s'apropa als 50 m d'altària. Tota la resta de la costa meridional fins a l'illa de l'Aire adopta una clara orientació NW-SE i l'espadat culmina verticalment a 74 m s.n.m. a les penyes d'Alaior. Abans, però, s'interposa la depressió albuferenca de Son Bou, probablement hereva d'una gran cala i on ha influït el bombament de gran radi descrit per Gelabert (2003).

A banda de les "olles" produïdes per col·lapse (Rosselló *et al.*, 2002), la resta de cales "fluvials" (cala en Porter, es Canotells, p.e.) han experimentat un fort escurçament a causa dels sediments que les han reblertes. De tota forma, en aquest tram que coincideix amb el sector més tectonitzat del Migjorn, les fractures de curt abast comanden tant en el relleu com en la disposició litoral.

Des des Canotells cap a llevant, el paral·lelisme de dues o tres barres-crestes litològiques (C, D i E, almenys) marca el perímetre litoral, de manera que entre Biniparratx i la punta des Mabres, s'identifiquen amb la costa. L'illa de l'Aire –tot i que recoberta d'eolianita quaternària– s'integra a l'esquema al·ludit.

Des de punta Prima a Maó, una suau incurvació ens porta a la costa meridiana que limita un pla càrstic lleugerament inclinat, motiu pel qual el litoral no sol depassar els pocs metres d'altitud. Tanmateix s'hi insinuen diverses cales amb rerepaís fluvial absolutament relictos. Al flanc meridional del port de Maó s'obren quatre o cinc caletes perpendiculars en un penya-segat que sol superar els 10 m. Cala Figuera té un aire suggeridorament fractural, igual que la de Sant Esteve, amb interessants paleonivells marins i eolianites.

## EL SECTOR OCCIDENTAL (CIUTADELLA)

Es tracta de la gran plataforma més tost monòtona i poc tectonitzada excepte als extrems NW (cap Bajolí/punta Nati) i SE (la talaia d'Artrux). El Miocè entra en contacte amb les dolomies juràssiques a l'extrem de mestral de l'illa (astronòmicament fora del Migjorn) on destaquen els afloraments escullosos de Son Angladó (112 m) i cap Bajolí. La tectònica de distensió



que ha afectat el basament mesozoic justifica la suau diferència entre pilars com els afloraments esmentats i les fosses de cala Morell i Ciutadella (Rosell i Llombart, 2002). Aquesta darrera sembla confirmada a l'àmbit d'1,5 km<sup>2</sup> immediat del canal des Horts, just al N de la població antiga. A llevant del gran espai arreic de Binigafull i Son Quart es troben uns curiosos dipòsits eòlics relictos del Quaternari mitjà (Rosell i Gómez-Gras, 1989) que formen una faixa de més d'un quilòmetre d'amplària i gairebé 6 km de llargària; els topònims de ses Arenes i ses Arenetes són ben reveladors.

El dispositiu tectònic que envolta la talaia d'Artrutx (Fig. 6.8) determina les cicatrius de cala en Turqueta i de la des Talaier. La prominència coronada per la torre és un bloc de la plataforma basculat i realçat des del NE i més lleugerament inclinat cap al SW on roman la depressió marjalosa de Bellavista i es Prat. Les crestes que afloren al promontori assenyalen el cabussament i indicis d'un lleuger plec, de més a més de connectar amb la barra-cresta D. A efectes de delimitar el sector planenc per llevant, cal excloure'n tota la conca del barranc de Santa Anna. Més del 80 % es troba per sota dels 50 m s.n.m. i a la correntia teòrica predomina el sentit WSW.

Tot fa pensar en un lleuger afonament que ha contribuït a desorganitzar la "xarxa fluvial", ara una mica desconcertant, a part de no funcional. Al N de la carretera axial de l'illa, inclosa Ciutadella, els paleocursos solen dirigir-se vers el sud. Hi ha una excepció estranya al barranquet de ses Savines que mor en un avenc prop del km 40 de la carretera C 721 i no gaire lluny de la uvala de ses Angoixes. També acaba en un avenc el gran paleocanal meandritzant des lloc de Monges, que connectaria un curs –ara discontinu– de 7 km de llargària, originat a Morvedre Vell. L'altre curs més desenvolupat que arriba a cala Santandria procedeix des Tudons i té una dimensió comparable. Un esquenadà que s'allarga de cap d'Artrutx a Son Olivari limita la conca poc definida de son Xoriguer que fineix a la depressió circular ara convertida en 'marina', després d'haver canalitzat el barranc. El col·lector que passa per sa Marjal Vella, en canvi, drenaria una conca de 10 o 12 km<sup>2</sup> i segueix un esquema més semblant als aparells "centrals", en veure's

influït per l'alçament tectònic i les fractures connexes de la talaia d'Artrutx.

El modelat càrstic, ultra les coves litorals i les cales, mostra disperses una vintena de dolines molt desnaturalitzades i algunes depressions majors –que superen el quilòmetre d'eix– entorn de la isohipsa 50. La més visible és la de Sant Joan Gran. Cal no perdre de vista que la porositat del calcar miocènic marí és el responsable de l'arreisme fàctic d'aquest sector. Una bona idea de la potència del mantell miocènic, en concret de la calcarenita tortoniana, la dóna el conjunt d'explotacions històriques de les pedreres de s'Hostal, 2 km a l'est de Ciutadella. Les cometades crestes-barres que marquen la progradació de la plataforma escullosa formen en la contrada dues alineacions. La més avançada (D) arrenca de l'elevació tectònica de la talaia d'Artrutx (63 m) i arriba a son Catlar. La segona (C) gairebé serveix de límit oriental al sector i descriu un arc: es Tudons-puig de son Tica (92 m)-Torralba, amb un clar paral·lelisme a la línia de costa actual. No tan visible topogràficament, podríem afegir-hi la (E) que des de la torre del Ram, saltant a Son Olivaret, s'acostaria al cap d'Artrutx.

### **EL SECTOR CENTRAL (FERRERIES, ES MIGJORN GRAN, ES MERCADAL, ALAIOR)**

És el més extens i característic ja que enclou les àrees hipsomètricament destacades que limiten al nord amb els terrenys paleozoics-mesozoics de Tramuntana que consideram exclosos del nostre estudi. Precisament en aquest mateix contacte sovintegen accidents notables com la dolina des Planetes (94 m, km 37 de la C 721) que rep un paleocurs de l'oest i aboca vers el nord i la des pla des Fasser (al SW de la divisòria des coll Roig, nom significatiu del Trias que aflora al peu de Santa Bàrbara, 189 m) que ha estat captada des del S pel barranc de Santa Anna (Fig. 6.9). Tot seguint el contacte de Mitjania arribam a pla Verd: al lloc d'Alputze s'estableix la divisòria entre conques N i S, només a 52 m s.n.m. La banda del sud ha estat captada pel barranc d'Algendar en la seva erosió remuntant. Un depressió rebllida de materials de meteorització rogencs del Triàsic és recorreguda per la carre-

tera axial fins a la costa de sa Quadra (Biniatrum) que guaita a Ferreries. Sobre aquesta depressió avança des del sud el Miocè solapat i guerxat que s'alça fins a 179 m. Al SE de Ferreries hom entra a la conca piràtica del barranc de Trebalúger i més concretament al tributari torrent de Son Granot que ha duit el llinar a només 51 m, a 5 km de la mar, just baix de sa marina des Bec (250 m), prolongació de s'Enclusa. Un altre afluent, el de sa Cova-Son Gras, penetra més a Tramuntana. A partir d'aquí la línia divisòria (cada cop més meridional) esdevé més complicada: la muntanya Grossa de Font Redona (238 m) fa avançar els gresos triàsics cap al sud, mentre es Bec (138 m), ambdós al S d'Es Mercadal, realça el Miocè. Alaior se situa a la frontera immediata a una depressió endorreica (es Llumenes) que ens anuncia un canvi de paisatge.

Els barrancs encanyonats són sens dubte el tret més característic. L'alimentació en cert sentit al·lòctona i el guerxament anticlinal n'han reforçat el traçat a base d'un encaixament pregon que sovint depassa els 60 m. El barranc de Santa Anna es manté prou recte al seu trajecte alt-mitjà (N-S) quan circula embotit en plans que excedeixen la isohipsa 50 m. Un cop depassada la cresta C, però, el curs sembla més afectat per la fracturació de la plataforma i dóna lloc a falsos meandres i canvis d'orientació. El tronc del barranc d'Algendar només se separa de l'eix anterior un quilòmetre i escaig, motiu pel qual la conca està més desenvolupada per l'esquerra (E), sobretot amb el col·lector quasi independent d'Algendar que hi conflueix per sota la barra C. A partir d'allà hi ha un ampli desplegament de la xarxa fractural, les dolines i els "meandres". Els afluent, subdividits en cascada vers est, no escapen del

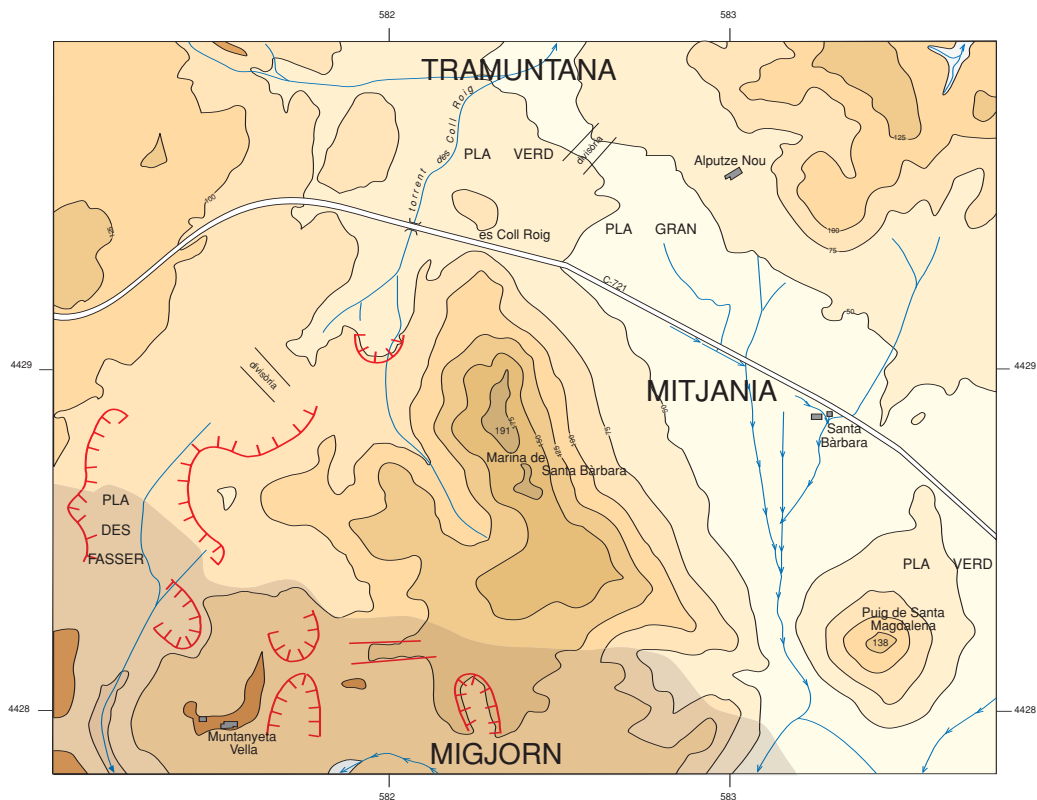


Fig. 6.9. Mitjania és una zona de conflicte hidrològic entre Tramuntana i Migjorn. Vet aquí un cas clar de captura dels barrancs de Santa Anna i d'Algendar, sobretot, que ha desplaçat la divisòria uns quants quilòmetres vers el N dins terrenys més poc permeables.

mateix fenomen. Les incisions marquen el territori i la seva ocupació o propietat; el trànsit en sentit latitudinal esdevé difícil. Del marcamet càrstic, en parlarem després. El barranc de Trebalúger amb el gran afluent per l'esquerra de sa Cova-Son Gras, es mostra ondulant en tot el seu curs a causa de l'eficaz repercussió de les fractures. La major part de la conca depassa els 100 m d'altitud, en diversos nivells. Una tectònica de falles molt marcada destaca el bloc de Son Olivari i el de Son Mercer: altrament no s'explicarien estranyes mutacions dels traçats. Fet i fet, la conca és travessada per tres barres-crestes (A, B i C). El barranc de Binigaus té dos grans ramals, els dos amb una clara diferència entre conca alta (Es Migjorn Gran) i baixa. A l'alta abunden els paleocanals de fons pla; criden l'atenció els palmejats immediats al poble. El següent sistema fluvial Son Boter-es Bec torna a ser molt accidentat i emmotlat per les fractures, especialment al terme d'Alaior. El bloc elevat de terres Noves-Deià-Santa Victòria té una gran semblança amb Son Olivari. Per sota la barra-cresta (C) de Torressolí, entra al domini enfonsat de Son Bou i la seva albufera. De la resta de barrancs el més notable és el de Cala en Porter, molt tortuós i comandat per les línies de debilitat o fractura. Neix a les immediacions d'Alaior a més de 100 m d'altitud. Torralbes hi entren, però dellà de Cotaines el paisatge esdevé "oriental". Ha canviat.

No podem menys que evocar el carst d'aquestes terres que repercuteix en infinitat de semidolines abocades als cursos encanyonats, unes més o menys desenvolupades (amb freqüents enfonsaments), d'altres més o menys destruïdes per l'erosió fluvial. Cal esmentar el pòlie de Torrellafuda i un altre no tan espaiat a Totlluc, el conjunt de ses Voltes –travessat pel barranc d'Algendar–, una sèrie de depressions enllaçades a Son Mercer, una gran dolina al W d'Albranca. A Torressolí, torre d'en Galmés, i Torrellisà es repeteixen els petits espais deprimits. De tota manera l'influx del modelat calcari al litoral és molt més considerable.

La superfície estructural originària, fabricada en ambient antelitoral som, no es conserva inalterada ni de molt: tectònica i erosió l'han modificada. Un nivell que culmina entre 120 i 140 m d'altitud, sovint arreu, seria el més antic i signifi-

catiu en conservar un gradient, potser primitiu, del 10 ‰, que porta fins a la isohipsa de 90 m a mesura que avançam cap a la mar. N'hi ha un retall ben conservat a l'interfluvial dels barrancs de Santa Anna i Algendar. Per sota la cresta C passaríem al nivell 50-60 m que en principi arribaria al litoral on l'erosió marina fisicoquímica ha actuat de valent, mossegant-ne grans porcions. Vers el SE la faixa miocènica s'estreny i sobretot es complica en aparèixer d'altres crestes-barres (B i A) que subdivideixen el nivell alt, realçat tectònicament al contacte amb Mitjania. Mentre l'estudi de detall de les crestes (esculloses progradients, esglaons erosius, litologies contrastades?) i dels nivells geomòrfics no estigui més avançat, és arriscat treure conseqüències morfogenètiques de l'aparent desconexió de sistemes fluvials i de la multiplicitat de superfícies, més o menys diferenciades per les crestes-barres que es prolonguen vers el litoral del llebeig.

### EL SECTOR ORIENTAL (MAÓ, SANT LLUÍS I ES CASTELL)

Es tracta del territori més igualenc, prou baix (un 75 % per sota de la isohipsa 100 m) on predominen les carreteres rectes; és poc afectat per la incisió fluvial, feta excepció del port de Maó i dels tributaris axials. Hom pot discutir si el referit port, tan ponderat per les seves condicions i dimensions, és resultat només d'una fractura explotada per l'erosió marina transgressiva o és una autèntica vall fluvial (Rosell i Llompart, 2002). De qualsevol manera ha tingut un capteniment de gran cala, la major de tota l'illa.

Dellà de cala en Porter –cap a llevant– el desenvolupament dels barrancs és molt minso. El de Cales Coves gairebé no s'encaixa més que 2 km; el de ses Penyes (es Canotells), per l'estil, i els següents (Biniparratx, Binissafúller) són insignificants, tret de la cala respectiva. La disposició de les crestes (D, C, E i F), remarcades al mapa geològic de Rosell i Gómez-Gras (1989) i d'algun tipus de fractura o desnivellament, sumat a l'aclaparadora acció càrstica, motiva que els gairebé ineficaces col·lectors del litoral de llevant maldin per enllaçar espais quasi endorreics en sentit W-E. El barranc que surt al caló

Roig d'Alcalfar té una traça, primer encaixada, després de fons pla, que *podria* connectar al llarg de 2 o 3 km el plans càrstics acanalats entre crestes. El barranc des Rafalet té poc més d'un quilòmetre quelcom encaixat. El del caló des Vinblanc podem considerar-lo virtual i el barranc del Rei, que dóna a la cala de Sant Esteve, amb prou feines s'organitza. Caldria estudiar amb deteniment el barranc de Sant Josep (que desemboca a la colàrsega de Maó i el d'en Biniàixa, marcats per un 'estil de cala' i embotits en el vorell de la plataforma, que suggereixen una penetració holocènica del port de Maó, molt més endinsada.

Els espais arreics i endorreics atorguen personalitat a la contrada, més humanitzada (parcel·lada i poblada) que la seva corresponent oposada de Ciutadella. Per una part tenim Cotaines i els plans d'Algendar a una cota propera als 100 m s.n.m. amb un paisatge sense traces de xarxa fluvial, excepte un difús paleollit que es dirigeix des d'Alcaldús vers el sud. El pla de Sant Lluís, en canvi, un poc més baix, té indicis d'una xarxa difunta (o avortada?). Al sud de Sant Climent, na Plana, i especialment l'àmbit comprès entre els dos camps d'aviació representen dolines o pòlies molt poc marcats, però d'una extensió considerable. Recordem més al sud la dolina gran de sa Serreta i algunes immediates de Torret i Binibèquer.

En aquest sector meridional les tres o quatre crestes al·ludides marquen prou i s'incurven en apropar-se a la punta Prima o al morro d'Alcalfar. Un fet humà notable és que els llocs i els camins, per exemple entre Formet i Torret (D), segueixen exactament l'arruga topogràfica-litològica. La cresta H justifica la randa d'illots, esculls i peninsuletes de cap d'en Font, illot de Binissafüller, morro d'en Xuia, illots de Binibèquer per anar a morir a l'illa de l'Aire, sota un gruix de més de 20 m d'eolianita pliocènica en part sotaiguada. El Miocè només aflora a les rases del nord.

### Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la *Dirección General de Investigación*

*del Ministerio de Ciencia y Tecnología*, BTE2002-04552-C03: "El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares, Valencia y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino".

### BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, J., CANALS, M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MUÑOZ, A., HERRANZ, P., URGELES, R., PALOMO, C. i CASAMOR, J.L. 2002. The Balearic Promontory geomorphology (Western Mediterranean): morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49: 177-204.
- BOURROUILH, R. 1973 (1983). 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. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 99: 1-672.
- GARCÍA SENZ, J.M. 1985. *Estudio geomorfológico del karst del Migjorn menorquí*. (Tesi de llicenciatura). Universitat Autònoma de Barcelona. Secció de Geologia. 51 ff. i mapes.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. A Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, I.L. (eds.) *Introducción a la geografía física de Menorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 39-48.
- GINÉS, À. 1996. An environmental approach to the typology of karren landform assemblages in a Mediterranean mid-mountain karst: the Serra de Tramuntana, Mallorca, Spain. Fornós, J.J. & A. Ginés (eds.) *Karren Landforms*. Palma de Mallorca, Universitat de les Illes Balears. Cf. pp. 163-176.
- GUÀRDIA, J.M. 1892. *L'illa de Menorca i altres articles*. Edició de J. Salord. Institut Menorquí d'Estudis, Maó, 1998. 127 pp.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geològic de España. Escala 1:25.000. 618. Cap Menorca y Ciutadella*. Instituto Tecnológico Geominero, Madrid. 2 fulls + memòria, 51 pp.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geològic de España. Escala 1:25.000. 646. Cala en Brut y Alaior*. ITGE, Madrid. 3 fulls + memòria, 38 pp.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geològic de España. Escala 1:25.000. 647. Maó*. ITGE, Madrid. 2 fulls + memòria, 48 pp.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geològic de España. Escala 1:25.000. 673. Illa de l'Aire*. ITGE, Madrid. 1 full + memòria, 29 pp.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i relligat Dacs, Indústria Gràfica, S. A. Montcada i Reixac. 279 pp.
- ROSSELLÓ, VICENÇ M. 1998. *Torrents i cales de Mallorca: aspectes geomorfològics*. Fornós, J.J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears*. Palma, Universitat de les Illes Balears. Cf. pp. 331-360.
- SEGURA, F. S., PARDO, J. E. i SERVERA, J. (1999). Tectònica i carst al Migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. En: *Geoarqueologia i quaternari litoral. Memorial M<sup>a</sup> Pilar Fumanal*, 435-446. Universitat de València, València.

# HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA DEL MIGJORN

---

Jordi Giménez<sup>1</sup>, Bernadí Gelabert<sup>2</sup> i Alfredo Barón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Direcció General de Recursos Hídrics. Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear

<sup>2</sup>Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears

## INTRODUCCIÓ

El Pla Hidrològic de les Illes Balears distingeix tres unitats hidrogeològiques a l'illa de Menorca: Albaida, Fornells i Migjorn. La unitat d'Albaida coincideix pràcticament amb els afloraments de calcàries del Lias (Juràssic inferior) situats a l'E d'Es Mercadal i al N d'Alaior. La unitat de Fornells equival als afloraments de materials del Paleozoic i Triàsic de la zona de Tramuntana de Menorca. Per últim, la unitat de Migjorn inclou els afloraments de calcàries i calcarenites del Miocè superior del Migjorn i N de Ciutadella, juntament amb els afloraments de calcàries del Lias localitzades a l'E de Ciutadella (Fig. 7.1). L'objectiu d'aquest treball és sintetitzar les dades existents sobre la hidrologia subterrània de la unitat hidrològica del Migjorn de Menorca, incidint especialment sobre aspectes com l'evolució temporal i espacial dels nivells freàtics, la qualitat de les aigües subterrànies, els volums d'aigua emmagatzemats i els paràmetres hidrològics dels materials.

## ANTECEDENTS

Els primers treballs sobre les aigües subterrànies del Migjorn de Menorca són els de Fayas (1972), i Fayas i Bayó (1973 i 1978) que se centren en l'estudi dels recursos hídrics totals de l'illa de Menorca. Posteriorment Barón *et al.* (1979 i 1984) aclareixen les relacions entre el model geològic, establert inicialment per Obrador (1970) i el model hidrològic de l'aqüífer del Migjorn. Els treballs més recents són els impulsats i realitzats des del Servei d'Estudis i Planificació de la Direcció General de Recursos Hídrics de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear, i que han estat utilitzats en gran mesura per a l'elaboració del Pla Hidrològic de les Illes Balears (Junta d'Aigües de Balears, 2000). Aquests treballs consisteixen bàsicament en un control periòdic dels nivells i del contingut de clorurs i nitrats en diversos punts dels aquífers de Menorca. D'altra banda també s'ha realitzat una digitalització de la cartografia existent i s'han classificat els materials en funció de la seva naturalesa com a possibles reservoris d'aigua (Fig. 7.1). Per a l'elaboració del Pla Hidrològic de les Illes Balears s'han fet en aquest Servei estudis diversos com són el balanç hídric de l'illa de Menorca, l'estimació de les futures demandes d'aigua, el control dels focus de contaminació, etc.

## LES UNITATS HIDROGEOLÒGIQUES DE MENORCA

La distribució de les unitats hidrogeològiques de l'illa de Menorca es troba relacionada amb l'estructura, l'estratigrafia i la geomorfologia de l'illa. La regió de Tramuntana es divideix en dues unitats: Albaïda i Fornells. La unitat d'Albaïda és l'única que no està comunicada amb el mar i està constituïda bàsicament per afloraments permeables del Mesozoic (calcàries del Lias). La resta de la regió septentrional, on dominen els afloraments poc permeables del Paleozoic i del Triàsic, constitueix la unitat de Fornells, que es caracteritza per aqüífers locals de menor importància. La regió del Migjorn, per la seva composició litològica (calcàries i calcarenites del Miocè superior) i la seva estructura (a grans trets la unitat és quasi horitzontal), constitueix una unitat per si mateixa, i és l'aqüífer principal de l'illa, com ho demostra el fet que la gran majoria de pous d'abastament urbà s'hi situen dins.

Per tal de tenir una aproximació sobre les

dimensions i característiques litològiques dels materials de cadascun dels aqüífers de Menorca, a la taula següent (taula 7.1) s'indica l'extensió de cadascuna de les unitats hidrogeològiques, juntament amb les àrees aproximades que ocupa cadascun dels materials que es poden considerar permeables (Miocè, Lias i Quaternari). En aquesta mateixa taula, també es mostra el tant per cent de l'àrea de cada unitat que es pot considerar com a permeable (i per tant com a zona de recàrrega), i el percentatge de superfície no permeable, on la infiltració és mínima. Aquests valors seran utilitzats en apartats posteriors per al càlcul del balanç hídric de la unitat de Migjorn.

En aquesta taula es pot observar que gairebé la totalitat de l'àrea de la unitat de Migjorn (un 99%) es pot considerar com a permeable, mentre que a la unitat de Fornells solament el 15% dels afloraments es poden considerar com a permeables. De més a més, els pocs afloraments permeables de la unitat de Fornells se situen a prop de la costa; per tant, les aigües que s'hi infiltren es perden ràpidament cap al mar. En quant a la unitat

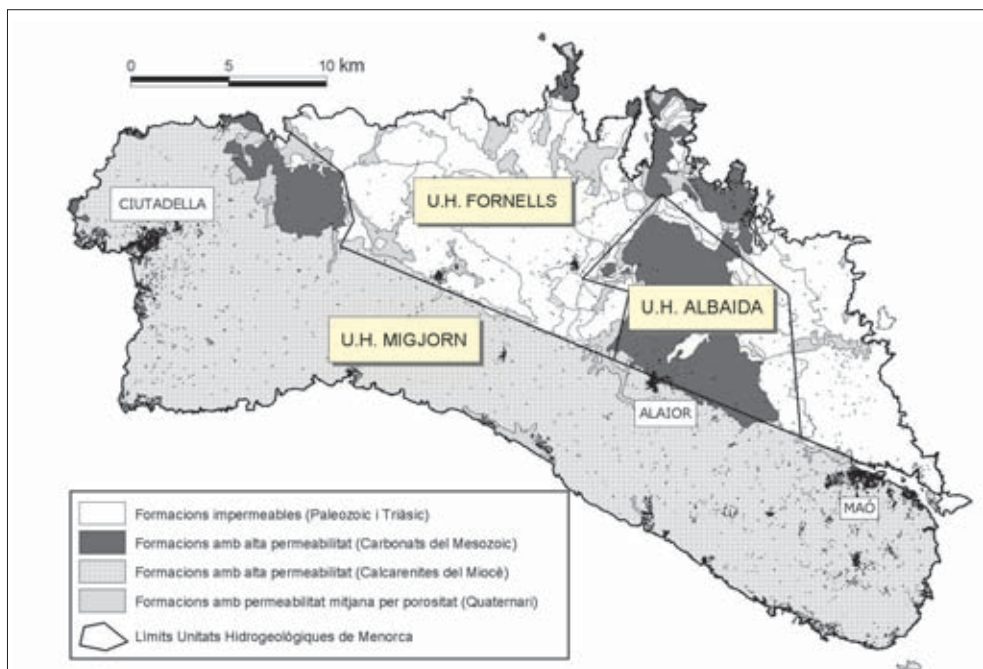


Fig. 7.1. Esquema geològic de l'illa de Menorca en el que s'han agrupat els materials aflorants segons les seves característiques hidrogeològiques. La figura mostra també els límits de les unitats hidrogeològiques de l'illa.

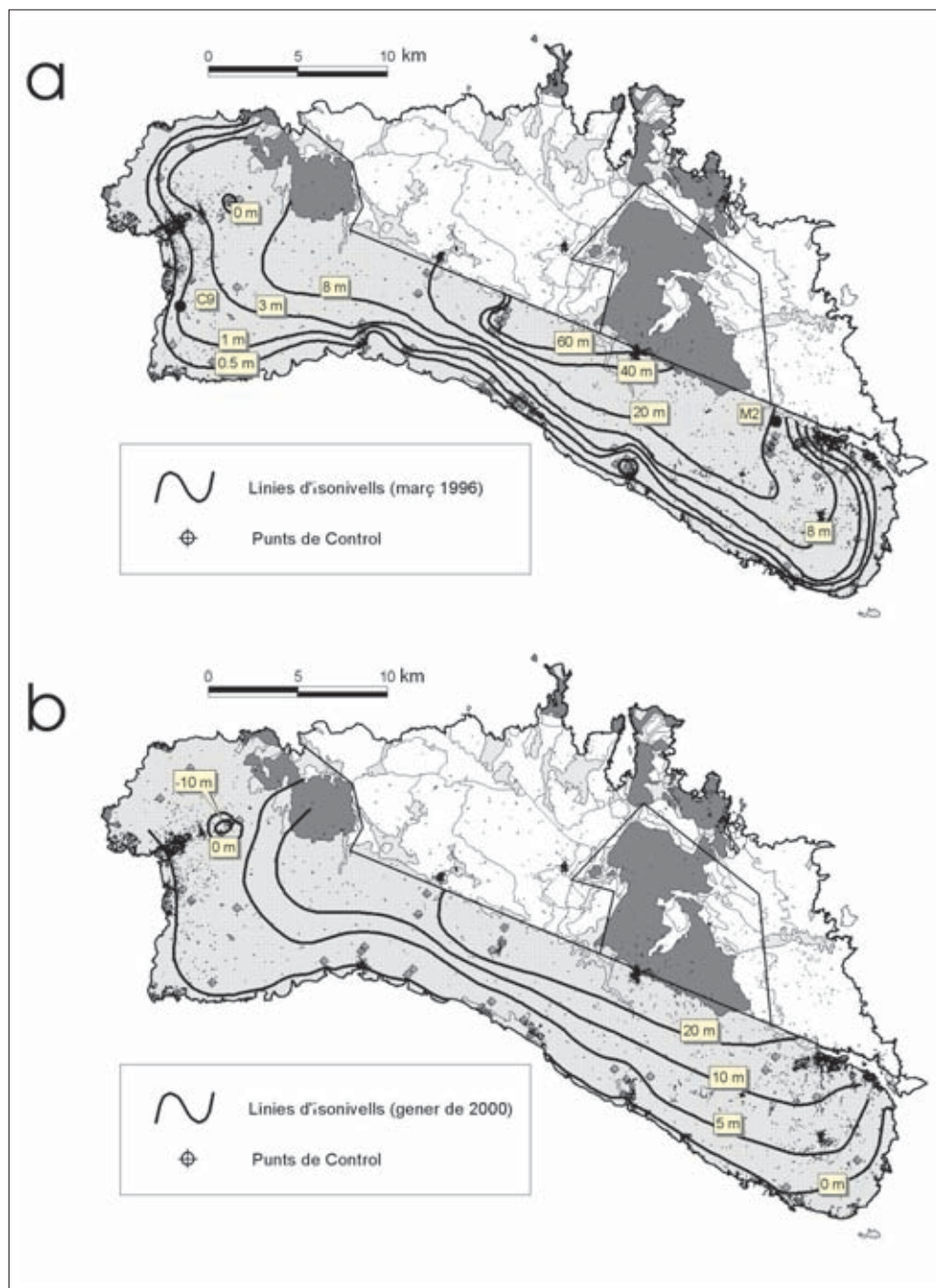


Fig. 7.2. Mapes piezomètrics de la unitat hidrogeològica de Migjorn. A la part superior es mostra l'estat dels nivells en març de 1996 i, a la part inferior, l'estat el gener de 2000. Es mostra també, la situació dels piezòmetres de control utilitzats per a realitzar les isolínies, i en la figura superior s'indica la situació dels dos piezòmetres de la figura 7.3 (C9 i M2).

d'Albaida, més de la meitat dels afloraments són de caràcter permeable (63%) i permeten la infiltració de gran part de la pluja en aquest sector.

## LA UNITAT HIDROGEOLÒGICA DEL MIGJORN

En els següents apartats es dona una visió sobre els aspectes principals de la hidrologia subterrània de la unitat del Migjorn com són: les característiques piezomètriques, els valors dels paràmetres hidrològics, la qualitat de l'aigua subterrània i el funcionament hidrològic de l'aqüífer.

### Piezometria

#### DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

La distribució espacial de les línies isopiezes dins la unitat de Migjorn es mostra en els dos mapes piezomètrics que es presenten (Fig. 7.2). En el mapa superior s'observa l'estat de les línies d'isonivells en el mes de març de 1996 i en l'inferior les isopiezes de gener de 2000. Cal destacar en primer lloc la diferència que hi ha entre les cotes d'ambdós mapes, que ha de ser atribuïda a l'època de la presa dels nivells i a la sequera dels darrers anys de la dècada dels 90. Tot i així, s'hi poden destacar aspectes comuns: un flux radial de l'aigua des del centre de l'illa cap al S, E i W; i una diferència en el pendent dels nivells piezomètrics. El primer aspecte està relacionat en gran part amb el fet que les màximes cotes topogràfiques són a les zones centrals de l'illa, i com l'aqüífer de Migjorn es comporta com un aqüífer lliure, els nivells piezomètrics estan directament relacionats amb la cota del terreny.

En quant a la diferència en els gradients de les corbes isopiezes, s'observa que en el sector central el pendent és molt pronunciat, essent menys pronunciat al sector de Maó, i encara més suau a la zona de Ciutadella. Aquesta diferència pot ser relacionada amb les fàcies dels materials per on circula l'aigua subterrània. De fet, les fàcies menys poroses i, a grans trets, menys permeables, impedeixen una circulació ràpida i provoquen un gradient més elevat, mentre que les fàcies miocèniques més permeables permeten una ràpida circulació de l'aigua i en conseqüència, un gradient baix. Aquest fet ens indica que els materials de la zona central del Migjorn són menys permeables que els de les zones oriental i occidental, essent aquestes últimes les més permeables.

Un altre fet destacable és l'elevada cota que assoleix l'aigua en el sector de Tramuntana, especialment cap a la unitat d'Albaida (sobretot en el mapa del mes de març de 1996). Aquest fenomen, a part d'estar relacionat amb la cota topogràfica, s'interpreta com que la unitat d'Albaida alimenta subterràniament la unitat de Migjorn. En ambdues figures també s'observen les depressions causades per l'extracció d'aigua per a l'abastament urbà, que arriben a fer descendir el nivell fins a -10 m a la zona de Ciutadella en el mapa de gener de 2000.

#### EVOLUCIÓ TEMPORAL

Per tal de mostrar quina és la tendència històrica del nivell de l'aigua subterrània, s'han seleccionat dos pous dels quals la Direcció General de Recursos Hídrics disposa d'una sèrie temporal llarga. Es tracta, de més a més, de pous de control on no es produeixen grans extraccions

Unitat	Àrees (km <sup>2</sup> )						Percentatge	
	Total	Miocè	Lias	Quaternari	Permeable	No Permeable	No Permeable	Permeable
Albaida	74,38	0,78	45,19	0,61	46,58	27,8	37,38	62,62
Fornells	227,77	0,28	14,38	20,13	34,79	192,98	84,73	15,27
Migjorn	390,64	360,95	16,51	8,71	386,17	4,47	1,14	98,86
Illa Menorca	692,79	362,01	76,08	29,45	467,54	225,25	32,51	67,49

Taula 7.1. Àrees permeables i no permeables de les unitats hidrogeològiques de Menorca.



i on està ben referenciada la profunditat del sondatge i la cota de la boca del pou. Aquests pous se situen en els extrems de la unitat (Fig. 7.2a): un a l'oest de Maó, a uns 2 km de la línia de costa i a una cota de 77.1 m (sondatge M2), i l'altre al sud de Ciutadella, al voltant d'un quilòmetre de la costa i a una cota de 17.44 m (sondatge C-9).

A la figura 7.3 es mostra l'evolució del nivell piezomètric d'ambdós sondatges des de l'any 1984 fins a finals de l'any 2003. En tots dos sondatges és visible una tendència progressiva de baixada del nivell piezomètric, més acusada en el sondatge de Maó. Que el sondatge de Maó mostri una baixada més pronunciada que no el de Ciutadella, ha de ser atribuït a que aquest és molt a prop de la costa i el seu nivell està condicionat pel nivell del mar. Així, el nivell de l'esmentat pou mostra oscil·lacions que no superen els 2 m, mentre que el de Maó ha baixat de l'ordre de 15 m en 20 anys, amb oscil·lacions interanuals de l'ordre dels 5 m. Tot i així, la tendència en ambdós sondatges és negativa, i especialment negativa entre els anys 1988 i 1995, notant-se un canvi de pendent en els darrers anys, sense arribar-se a invertir la tendència al descens.

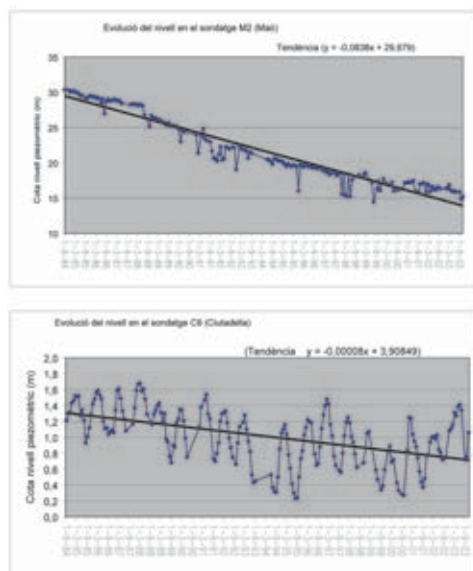


Fig. 7.3. Evolució històrica (entre 1984 i 2003) de la cota d'aigua a dos pous del Migjorn de Menorca: Maó (M2) i Ciutadella (C9). La situació geogràfica dels pous es mostra a la figura 7.2 (part superior).

## Paràmetres hidrològics

Els principals paràmetres hidrològics de la unitat de Migjorn com la porositat, la permeabilitat i la transmissivitat presenten variacions importants en funció de les fàcies del Miocè superior. La porositat eficaç varia entre el 2% i el 10-15%, i la permeabilitat varia entre 1 m/dia i 20 m/dia. De la mateixa manera i segons dades obtingudes a partir d'assaigs de bombeig realitzats per l'ITGE i la Direcció General de Recursos Hídrics, la transmissivitat oscil·la entre els 10-25 m<sup>2</sup>/dia i els 400 m<sup>2</sup>/dia a la zona central; entre els 10-30 m<sup>2</sup>/dia i els 500-600 m<sup>2</sup>/dia en el sector oriental; mentre que a la zona occidental els valors de transmissivitat varien entre 40 i 1300 m<sup>2</sup>/dia. Per tant, les transmissivitats més elevades es localitzen a la zona de Ciutadella, i les més baixes es localitzen a la zona central. Aquest fet està d'acord amb el suau pendent que mostren les isolínies de nivells a Ciutadella i el fort pendent que mostren a la zona central (Fig. 7.2). Finalment, el coeficient d'emmagatzemament varia entre 0.01 i 0.001 per el conjunt del Miocè superior (Junta d'Aigües de Balears, 2000).

## Qualitat de l'aigua

En general, les aigües de la unitat hidrogeològica del Migjorn són de mineralització mitjana-alta, bicarbonatades càlciques, que passen a ser clorurades sòdiques en les zones afectades per intrusió marina.

Els problemes de contaminació per clorurs d'origen marí són especialment importants al sector occidental de la Unitat (Fig. 7.4a), on es produeixen els bombejaments per a l'abastiment d'aigua a Ciutadella. La salinitat en aquesta zona ha arribat, ara ja fa una dècada, a les 2000 ppm (Junta d'Aigües de Balears, 2000). A la figura 7.4a s'observa que el contingut en clorurs l'any 1997 era superior a les 600 ppm a tot el sector occidental de la plataforma de Ciutadella, superant les 2000 ppm a les zones pròximes a la ciutat. Així mateix, a la zona nord de Ciutadella també es produeix intrusió marina a la zona costanera, especialment al

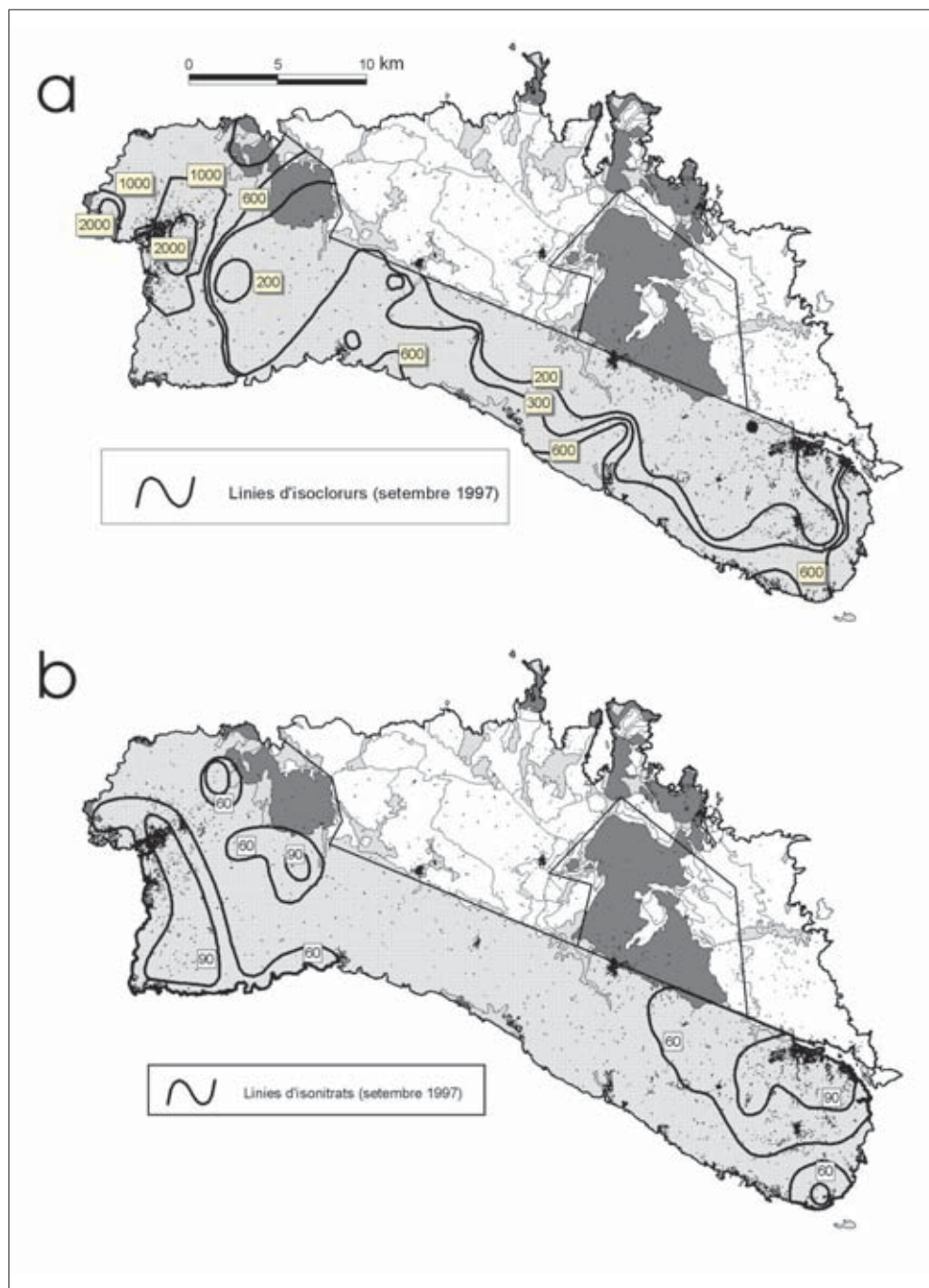


Fig. 7.4. Mapes de continguts en clorurs (part superior) i en nitrats (part inferior) de la unitat hidrogeològica de Migjorn. Les dades corresponen a setembre de 1997 i s'expressen en ppm.

cap de Banyos, amb concentracions que superen les 1000 ppm.

En el sector central, les zones amb major concentració de clorurs són les pròximes a la costa i que estan sotmeses a una extracció important per part de l'home. En aquestes àrees l'any 1997 arribava a valors superiors a les 600 ppm de ió clorur (Fig. 7.4a). En el sector oriental de Migjorn també es dona intrusió marina a la costa, especialment a les zones d'Es Castell i Sant Lluís, amb valors semblants als de la zona central.

Aquestes diferències en la intrusió marina poden ser atribuïdes novament a les fàcies miocèniques de cada sector. Així, l'alta permeabilitat de les fàcies a la zona de Ciutadella provoca que la cota del nivell piezomètric sigui molt baixa, inferior als 5 m en el sector més occidental de la plataforma de Ciutadella. Això, juntament amb les extraccions abusives d'aigua, ha permès un ràpid avanç de l'aigua marina cap a l'interior.

La contaminació per nitrats en el Migjorn no es pot considerar elevada, ja que gran part de la unitat es troba en valors inferiors a les 50 ppm, que és el límit màxim admissible (Fig. 7.4). Tot i així en les proximitats de Ciutadella existeixen focus contaminats on es poden assolir les 200 ppm; a banda, en gran part de les plataformes de Ciutadella i Maó els valors estan entre 60 i 90 ppm. Les altes concentracions de nitrats a la zona de Ciutadella segurament són degudes a les activitats agrícoles. A la resta de l'illa l'origen de la contaminació ha de ser atribuïda als pous negres i a les fosses sèptiques, tot i que l'agricultura hi contribueixi.

### Balanç hídric de la Unitat de Migjorn

Per a la realització del balanç hídric de la Unitat de Migjorn s'han utilitzat gran part de les dades del Pla Hidrològic de les Illes Balears (Junta d'Aigües de Balears, 2000). Per a poder calcular la infiltració deguda a la pluja, s'han obtingut les àrees permeables mitjançant la cartografia digital (taula 7.1). A la taula 7.2 es resumeix el balanç hídric de la unitat de Migjorn.

La principal recàrrega es produeix per infiltració de l'aigua de pluja caiguda sobre els afloraments permeables. Suposant una pluviometria mitjana anual de 588 mm, una infiltració del 27% de l'aigua precipitada, i considerant que la superfície permeable és de 386.17 km<sup>2</sup>, la recàrrega mitjana anual deguda a la pluja és de 61.3 hm<sup>3</sup>. Segons el Pla Hidrològic de les Illes Balears, altres recàrregues menors són les produïdes a partir de les pèrdues en les xarxes d'abastiment (2.9 hm<sup>3</sup>), pels retorns de reg (1.7 hm<sup>3</sup>) i per la infiltració de les aigües residuals depurades procedents de les Estacions de Depuració d'Aigües Residuals de Sant Lluís, Alaior, Es Migjorn Gran, Sant Climent i Ferreries (2.5 hm<sup>3</sup>). També s'ha de comptar amb la transferència subterrània d'aigua des de la unitat d'Albaida cap a la de Migjorn (uns 3 hm<sup>3</sup>). En total, la recàrrega a la unitat de Migjorn és de 68.91 hm<sup>3</sup>.

La principal descàrrega de la unitat es produeix de forma natural cap al mar (47.1 hm<sup>3</sup>/any). Altres descàrregues (1.15 hm<sup>3</sup>/any) es deuen al drenatge natural cap a torrents, principalment cap al barranc d'Algendar i cap a la zona humida de Son Bou. També es produeix descàrrega artificial

	Entrades		Sortides	
l/m <sup>2</sup>	Precipitació mitjana	588		
	Infiltració mitjana (27%)	158,76		
hm <sup>3</sup>	Infiltració total	61,31	Al mar	47,1
	Pèrdues xarxa urbana	2,9	A torrents	1,15
	Retorn reguiu	1,7	Reguiu	10
	Transferència Albaida	3	Abast urbà	11
	Total càrrega	68,91	Total descàrrega	69,25
	Balanç hídric	-0,34		

Taula 7.2. Balanç hídric de l'illa de Menorca.

mitjançant el bombejament dels pous d'abastiment urbà, amb una extracció calculada en 10 hm<sup>3</sup> i per l'extracció dels pous de reguiu, amb un volum de l'ordre dels 11 hm<sup>3</sup>.

Aquestes dades indiquen que el balanç hídric de la unitat es lleugerament negatiu (-0.34 hm<sup>3</sup>), cosa que concorda amb la tendència de les corbes dels sondatges presentades.

## CONCLUSIONS

La Unitat Hidrològica de Migjorn pot ser considerada com el principal aqüífer de Menorca ja que: 1) ocupa gairebé la meitat de l'extensió de l'illa; 2) està format en la seva gran majoria per materials permeables que permeten una infiltració de gran part de la precipitació; i 3) de més a més, presenta transmissivitats que arriben a valors superiors als 1000 m<sup>2</sup>/dia (tot i que en certes zones no supera els 100 m<sup>2</sup>/dia), cosa que permet extreure cabals importants. En una primera aproximació, el volum d'aigua que pot emmagatzemar la unitat de Migjorn pot ser calculat si considerem que l'aigua subterrània de la unitat es disposa formant un prisma de secció triangular de uns 5 km d'altura (distància mínima entre el mar i el límit de la unitat de Migjorn amb les unitats de Fornells i Albaida) per uns 20 metres de base (potència mínima de roca saturada d'aigua a la zona limítrofa amb Fornells i Albaida) i considerant que aquest prisma té una llargada de 40 km (Fig. 7.5), el volum de roca que podria estar saturat d'aigua es de 2000 hm<sup>3</sup>. Suposant una porositat eficaç mínima de un 2%, el volum d'aigua mínim emmagatzemat dins l'aqüífer de Migjorn és de 40 hm<sup>3</sup>. Aquest valor ha de ser considerat com a volum mínim, ja que és difícil determinar el gruix de material del Miocè que està saturat d'aigua.

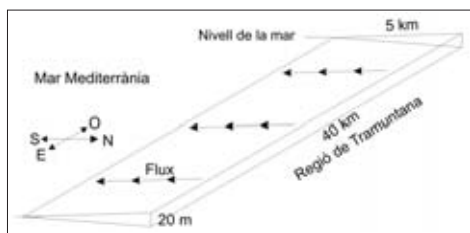


Fig. 7.5. Esquema de l'aqüífer de Migjorn.

D'altra banda, les accions humanes han anat debilitant aquest aqüífer fent davallar els nivells piezomètrics i contaminant les aigües. La minva del nivell, juntament amb el fet que la unitat està voltada de mar, han provocat una salinització de grans àrees, especialment aquelles on hi ha una major concentració humana. La qualitat de les aigües també ha estat degradada per l'activitat agrícola i per la mala conservació i/o construcció de les fosses sèptiques.

## Agraïments

El present estudi ha estat possible gràcies al finançament del projecte d'investigació BTE2002-045552-C03-02 del Ministeri de Ciència i Tecnologia.

## BIBLIOGRAFIA

- BARÓN, A., BAYÓ, A. i FAYAS, J.A. 1979. Relación modelo geológico-modelo hidrogeológico. Ejemplo: El acuífero mioceno de la isla de Menorca. *II Simposio Nacional de Hidrogeología*. Pamplona.
- BARÓN, A., BAYÓ, A. i FAYAS, J.A. 1984. Valor acuífero del modelo sedimentario de plataforma carbonatada del Mioceno de la isla de Menorca. A: Obrador, A. (Ed.). *Libro Homenaje a Luis Sánchez de la Torre*. Grupo Español de Sedimentología. Publicaciones de Geología, nº 20. Universitat Autònoma de Barcelona.
- FAYAS, J.A. 1972. *Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales de la isla de Menorca. Primer informe*. Servicio Geológico de Obras Públicas.
- FAYAS, J.A. i BAYÓ, A. 1973. Los Recursos Hidráulicos Totales de la isla de Menorca. V *Coloquio de Investigaciones sobre el agua*. San Sebastián.
- FAYAS, J.A. i BAYÓ, A. 1978. Water Resources of Minorca. Evaluation, exploitation and control. Economic Commission for Europe. Malta.
- JUNTA D'AIGÜES DE BALEARS 2000. *Assistència Tècnica d'Actualització de bases de dades*, Cartografia Digital i Edició del Pla Hidrològic de les Illes Balears i la seva Documentació Bàsica. Tom IV (Menorca, Eivissa i Formentera) de la Monografia de les Unitats Hidrogeològiques. Govern de les Illes Balears, Conselleria de Medi Ambient i Eptisa.
- OBRAJOR, A. 1970. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca. *Acta Geológica Hispánica*, 5: 19-23.
- PLA HIDROLÒGIC DE LES ILLES BALEARS. 2000. Aprovat pel Consell de Ministres segons R.D. 378/2001 de 6 d'Abril (B.O.E. nº 96 de 21 de abril de 2001). Normativa publicada en el BOIB nº 77 de 27 de juny de 2002. Govern de les Illes Balears.

# TORRENTS, BARRANCS I CANALONS,

---

## la xarxa de drenatge del Migjorn

Francesca Segura Beltran<sup>1</sup>, Josep E. Pardo Pascual<sup>2</sup> i Jesús M. Palomar Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departament de Geografia. Universitat de València*

<sup>2</sup> *Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria. Universitat Politècnica de València*

### INTRODUCCIÓ

A primer cop d'ull Menorca és una illa gairebé plana. El Toro, amb 361'6 m, n'és la màxima elevació, mentre que el Migjorn és una plataforma miocènica escullosa (Fornós i Obrador, 2003), quasi horitzontal i a la Tramuntana sovintegen els petits turons de desnivells magres (Pardo, en aquest volum). Tanmateix, si ens endinsem al Migjorn, el paisatge canvia de mica en mica. La plataforma, que oscil·la entre els 120 m i el nivell de la mar, està fendida per pregons canyons fluvials, —de parets quasi verticals i desnivells que voregen el centenar de metres— al final dels quals es troben les cales. L'envergadura dels canyons és prou per a haver condicionat les comunicacions: la principal carretera de l'illa està traçada per la Mitjanja, enllaçant les planes que hi ha entre els turons. Intentar travessar l'illa pel sud en cotxe esdevé una tasca gairebé impossible, perquè cal salvar forts desnivells contínuament.

Si aquest és un dels trets més significatius del sector central de l'illa, també crida l'atenció l'absència de cursos fluvials a ponent i a llevant de la plataforma. Quan hom mira el mapa s'adona de seguida que a les rodalies de Ciutadella i de Maó no hi ha torrents de cap tipus, la qual cosa contrasta clarament amb el que s'ha dit abans.

Analitzar aquesta realitat aparentment contradictòria, és l'objectiu principal d'aquest capítol. Tractar d'esbrinar les causes de l'existència o absència de canals i fer una anàlisi morfològica, a la vegada que trobar explicacions sobre la gènesi i evolució d'aquesta xarxa, són tasques indefugibles, un cop observada aquesta realitat al camp.

L'espai definit com a àrea d'estudi es limita fonamentalment a la plataforma miocènica; per tant, considerarem l'espai comprès al sud de la línia que va des de Maó a Ciutadella, incloent també la part de plataforma que queda al nord de Ciutadella fins a cala Morell. No obstant això, de vegades farem referència al conjunt de l'illa, sobretot quan es consideren trets generals del drenatge.

### LES CONQUES DE DRENATGE DE L'ILLA DE MENORCA

La delimitació de les conques s'ha fet de manera automàtica a partir d'un model digital d'elevacions,<sup>1</sup> amb un valor de píxel de 10 x 10 m, tasca que haguera estat molt difícil a partir

---

Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V. M. (eds.), 2004, *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 129-156.

---

<sup>1</sup> El MDE s'ha elaborat a partir del mapa Topogràfic Balear a escala 1/5000 de la Conselleria d'Obres Públiques, Habitatge i Transport. Es pot trobar una descripció més extensa del procés de creació d'aquest MDE a l'article de Pardo i Porres (en aquest volum).

de la cartografia tradicional o de la fotografia aèria, ja que es tracta d'un espai ondulat, amb divisòries molt subtils. En total s'han definit 64 conques, 31 de les quals es localitzen a la plataforma miocènica. De més, hi ha tot un seguit de conques minúscules localitzades a la costa que no s'han considerat degut a la seua dimensió insignificant.

### Forma i dimensions de les conques

En general les superfícies drenades són molt reduïdes, ja que no cal oblidar que el conjunt de l'illa només abasta 716 km<sup>2</sup>. L'àrea mitjana seria d'uns 11 km<sup>2</sup>, però en realitat oscil·len entre les 39 ha de la nº 5 i les 5449'14 de la nº 9. Entre aquests dos extrems hi ha una gran variabilitat de valors (Fig. 8.1). Les conques més petites (compreses entre 39 i 368 ha) es distribueixen de manera uniforme per tota l'illa. Corresponen a petits barrancs que drenen directament a la mar, i al cas del Migjorn, solen estar penjats sobre els espadats de la costa.

Entre 368 i 921 ha el nombre de conques disminueix, però també es distribueix de manera homogènia per tota l'illa, encara que les seues xarxes de drenatge penetren més a l'interior. El següent tram abasta fins a 1758 ha i, en aquest cas, es localitzen sobretot al Migjorn, tant al sector oriental com a l'occidental i fins i tot a la part central. Les conques que tenen entre 1758 i 3371 ha són fins i tot més abundants que les del tram anterior i es troben fonamentalment al sector central de l'illa, tant a Tramuntana com a Migjorn (45-47), encara que també n'hi ha dues a la part oriental (4, 64) i altres dues a l'occidental (36, 40). Per últim, les dues conques majors són la 9 (5449'14 ha) i la 57 (4473), situades a la part occidental de l'illa.

Pel que fa a la forma, val a dir que l'observació del mapa anterior ens mostra que hi ha conques allargassades i d'altres més arrodonides. Per tal d'objectivar aquest tret, s'ha definit el factor de compacitat, emprat per Gravelius (Gregory i Walling, 1983) com a:

$$Kc = 0'28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

on, **A**= àrea i **P**=perímetre. Aquest coeficient és igual a 1 quan la conca és circular, a 1'128 quan és quadrada i pot assolir valors fins a 3 quan és molt allargassada. D'acord amb la figura 8.2, les conques quasi quadrades voregen tota l'illa i a prou penes tenen xarxa de drenatge ben definida. A continuació, amb formes més allargades estan les conques del sector occidental (31, 37, 40) i també algunes de la part oriental (63 i 64). El tram més ben representat seria el comprés entre 1'62 i 1'82, valors ja prou elevats que indiquen conques molt allargades. Es localitzen a tot el Migjorn, entre la conca 42 i la 60, sent la 44, 49 i la 52 les que presenten els valors més elevats, juntament amb la 9 i la 18, situades ja a Tramuntana. A grans trets podríem dir que les conques més allargades corresponen al sector central del Migjorn, sent una mica més arrodonides a llevant i a ponent.

### La integral hipsomètrica

La corba hipsomètrica d'una conca de drenatge és un diagnòstic sobre la seua elevació; és a dir, expressa el percentatge de superfície que hi ha per damunt d'una altitud determinada. La integral hipsomètrica, és una altra manera de representar el relleu d'una conca, ja que és la relació entre les àrees que estan per damunt i per davall de la corba hipsomètrica. Els valors pròxims a 1 indiquen que la conca no ha estat buidada per la xarxa de drenatge; per contra, els valors pròxims a 0 indiquen relleus suaus, que corresponen normalment a conques evolucionades i erosionades (Strahler, 1981; Llamas, 1993).

Els valors de la integral hipsomètrica de totes les conques de l'illa (Fig. 8.3) són certament desconcertants. A grans trets, tota la Tramuntana presenta valors inferiors a 0'5 — a la part central no arriben a 0'35—, tot indicant que són conques buidades, la qual cosa concorda amb l'alternança de turons i depressions que hi ha, tant a la capçalera dels barrancs (la Mitjanja), com a la desem-

Fig. 8.1. Superfície de les conques de drenatge de l'illa de Menorca expressada en hectàrees.

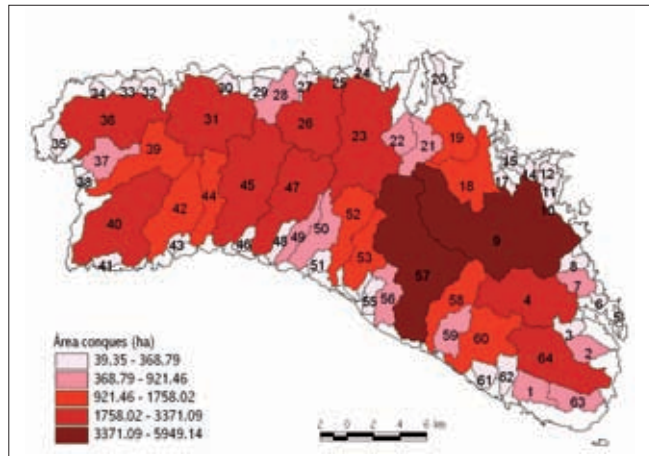


Fig. 8.2. Índex de compacitat de Gravelius (Gregory i Walling, 1983) de les conques de drenatge de Menorca.

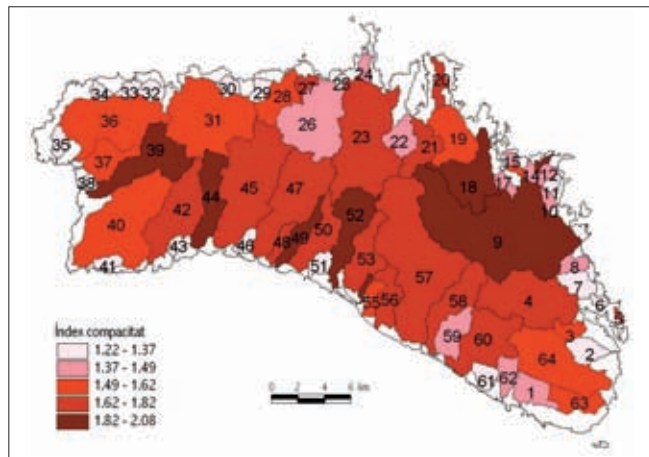
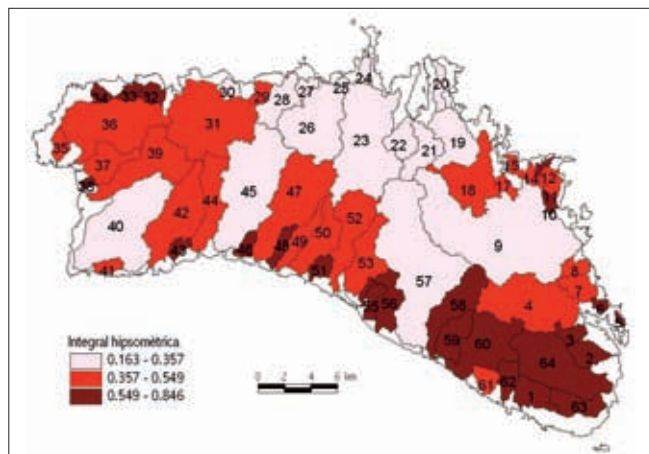


Fig. 8.3. Valors de la integral hipsomètrica de les conques.



bocadura. El buidatge cal suposar que l'ha fet la xarxa fluvial; una altra qüestió ben diferent és precisar si els responsables d'aquesta tasca erosiva són els torrents actuals o és una herència d'èpoques anteriors.

A la plataforma miocènica, també hi ha tres conques amb un gran buidatge: la 40, 45 i 57. Les dues últimes tenen torrents que han travessat a Tramuntana, captant els espais plans de la Mitjania, cosa que dóna un gran percentatge de zones planes en el conjunt de la conca. En canvi, la conca 40, amb una xarxa escassa i discontinua, és molt mala de justificar.

La resta de conques de la part central i occidental del Migjorn, tenen també valors baixos d'integral hipsomètrica. En el primer grup, el bon desenvolupament de la xarxa justifica una erosió important, que ha rebaixat el relleu. En el segon sector, el buidatge no s'explica per l'erosió fluvial, ja que la xarxa de drenatge és quasi inexistent. En tot cas, caldria parlar de unes conques sense relleu, que possiblement han patit un enfonsament, que seria més palès encara a la conca 40 anteriorment esmentada. El resultat seria una hipsometria "perfecta", encara que de tipus estructural i no pas erosiu.

Un tercer grup presenta valors superiors a 0'5, tot indicant que són conques massisses sense desnivells importants. En aquest grup, situat bàsicament a la part oriental de l'illa, l'absència de xarxa de drenatge real justificaria la manca d'erosió. També entrarien dins d'aquest grup les petites conques del Migjorn intercalades entre les xarxes principals.

En realitat, parlar de la integral hipsomètrica té molt de sentit en conques purament fluvials, formades sobre relleus importants, però al cas de Menorca, la significació de la integral és lleugerament diferent. Les conques de valor baix en realitat són les que tenen poc relleu i un perfil longitudinal còncav, mentre que les de valors elevats, són massisses o fins i tot amb perfil convex. En realitat hom està expressant la topografia d'unes conques que en alguns casos no està definida per l'erosió dels torrents, sinó per qüestions purament estructurals.

## Els pendents i les conques

Les conques de drenatge definides amb el model digital d'elevacions presenten pendents mitjans molt diferents: els valors més elevats es troben a Tramuntana i al sector central de Migjorn, mentre que a la part occidental i a l'oriental es redueixen considerablement (Fig. 8.4) (veure Pardo i Porres, en aquest volum) .

Però, de més a més, si aquesta variable es relaciona amb la superfície de les conques, el gràfic anterior canvia molt. La figura 8.5, que representa la *ratio* superfície/pendent mitjançant un diagrama de barres, mostra com la part central de l'illa té els valors més baixos, tot indicant que la superfície és elevada i els pendents també. A la part oriental, els valors s'incrementen, suggerint àrees grans i pendents escassos, la qual cosa s'accentua encara més a la part occidental, on la relació dóna els valors màxims.

De la figura 8.5 també se'n pot fer una altra lectura ben interessant si observem la forma de les conques i la distribució de pendents. Les del Migjorn són estretes i allargassades a la vora del mar i es van eixamplant cap a la capçalera, formant xarxes en forma d'espiga. L'arrodoniment de les conques esdevé més palès a mesura que ens endinsem a Tramuntana. Aquest tret és pot interpretar a la llum de la tectònica i pot completar fins i tot algunes teories formulades d'antuvi (Gelabert *et al.*, en premsa). En efecte, el sector central de l'illa s'ha aixecat formant un anticlinal d'un ampli radi de curvatura, però observant les conques, els pendents i la forma de l'illa, podríem aventurar la hipòtesi que la compressió no ha estat uniforme, sinó que l'illa ha estat plegada com un acordió lleugerament més tancat pel Migjorn que per Tramuntana. La major pressió exercida sobre la part meridional, hauria fet que les línies de debilitat estiguessen més pròximes, facilitant així la formació de conques estretes, que s'eixamplarien a les zones menys comprimides de Tramuntana.



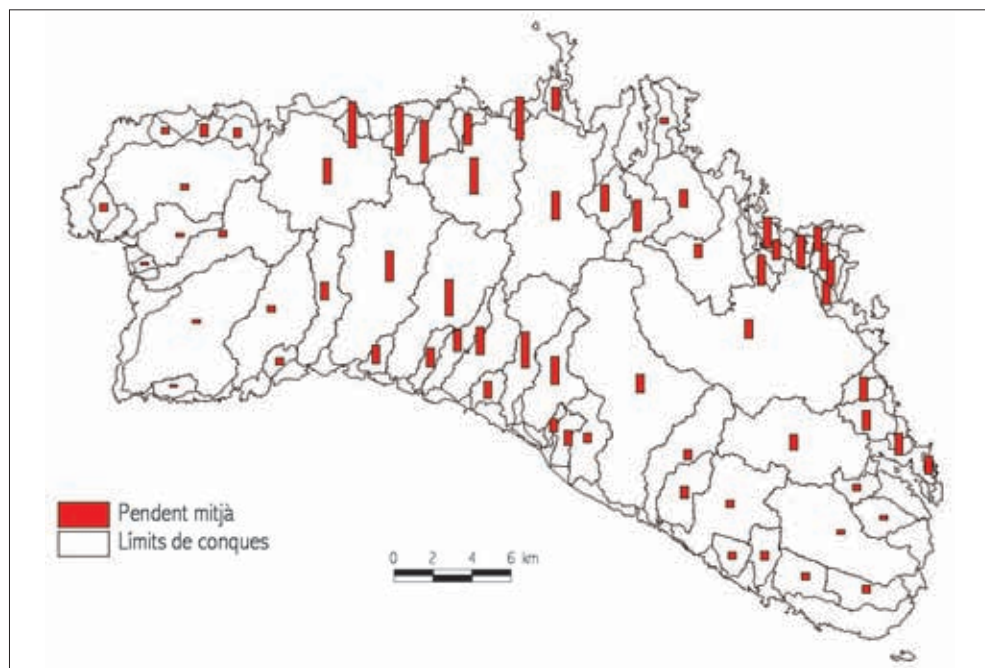


Fig. 8.4. Pendent mitjà de les conques de drenatge.

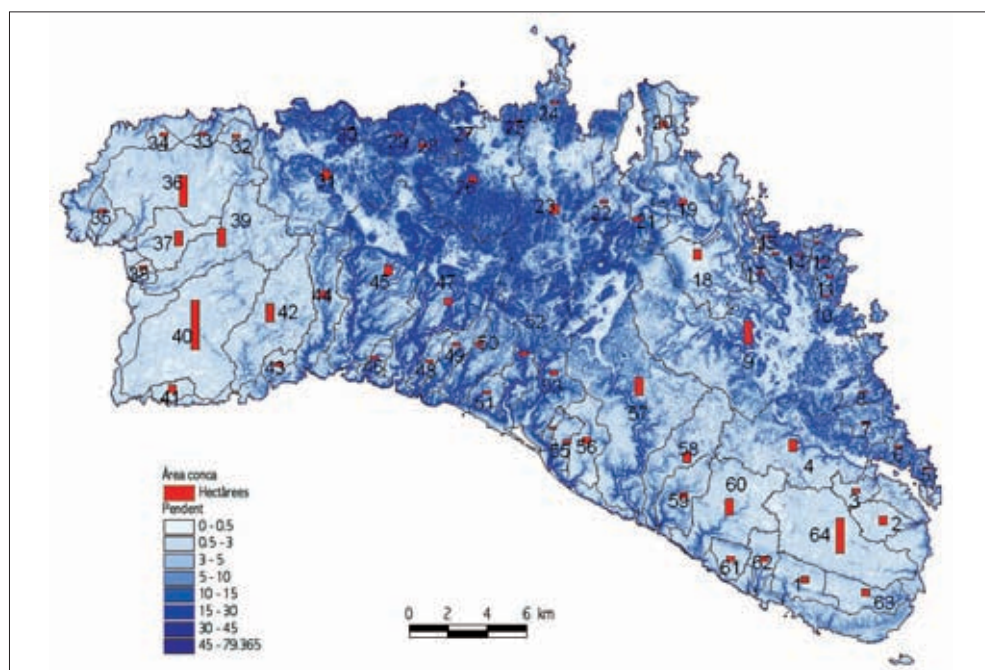


Fig. 8.5. Mapa de pendents de l'illa de Menorca extret del model d'elevacions. Sobre cada conca s'ha expressat mitjançant una barra la *ratio* superfície/pendent.

## LA XARXA DE DRENATGE REAL I LA SIMULADA

El torrents de l'illa de Menorca no estan distribuïts de manera uniforme sobre el territori, ja que es concentren a Tramuntana i al sector central del Migjorn.<sup>2</sup> L'absència de drenatge als dos extrems de l'illa és ben desconcertant, ja que la continuïtat litològica de tot el Migjorn no ho justifica (Fig. 8.6 a). Però encara ho és més quan es compara amb la xarxa generada a partir del model digital d'elevacions. El procediment per a extraure una xarxa d'aquestes característiques es basa en definir la direcció dels fluxos (que depèn dels pendents) i especificar un nombre de cel·les o píxels drenants (200 en el cas considerat, és a dir, 2 hectàrees) (O'Callahan i Mark, 1984). Per aconseguir que aquesta metodologia funcioni, cal prèviament assegurar que hi ha interconnexió hídrica dins el model, el que s'aconsegueix alterant el model digital d'elevacions mitjançant un algorisme amb el que es reomplen les depressions (Jenson i Domingue, 1988). La diferència de traçat entre la xarxa simulada i la real és un dels problemes més habituals quan es treballa amb models hidrològics i, per tal d'aconseguir la major fidelitat a la realitat, existeixen en la bibliografia nombroses propostes (Quinn *et al.*, 1991, Costa-Cabral i Burges, 1994, Tarborton, 1997, López-García i Camarasa, 1999, Turcotte *et al.*, 2001, Vogt *et al.*, 2003, Maestro *et al.*, 2003). Ara, el cas que ens ocupa és ben particular: la discrepància es mínima allà on hi ha canals, però hi ha dos sectors sobre la plataforma miocènica, l'oriental i l'occidental, on la coincidència es limita a la desembocadura per les cales (Fig. 8.6 b).

La interpretació d'aquest fet és mala de fer, atesos els factors de formació de les xarxes fluvials, però val a dir, que, d'acord amb el model d'elevacions, la disposició del relleu permetria la seva gènesi i, si no existeix, és perquè hi ha altres condicionants que malbaraten aquí aqueixa possibilitat.

Un dels factors més importants que condiciona el drenatge és el pendent. A la figura 8.7, que representa la xarxa de drenatge i el mapa de pendents, s'observa que hi ha una associació clara entre ambdues variables: els barrancs es formen a les zones amb majors pendents. Més encara, hi ha una concordança entre la xarxa i els pendents superiors a 5°, tant a Migjorn (conques 44 a 57) com a Tramuntana.

La quasi absència de canals es fa palesa a les conques 37, 39 i 40 del sector occidental i a la 58, 59, 60, 64, 2, 63, 61, 62 i 1, a la part oriental. Sobre aquestes conques és possible la formació d'una xarxa de drenatge —tal i com mostra la xarxa simulada (Fig. 8.6 b), però la realitat no ho confirma. El territori gaudeix, per contra, d'una xarxa real, encara que poc densa. No obstant això, tota la xarxa dibuixada al mapa topogràfic (Fig. 8.7) no té la mateixa significació: de més a més dels torrents (en color morat) n'hi ha una part, classificada com a canals (en verd), que són cursos de traçat modificat o creat per l'home. En el segon cas estaríem parlant d'una xarxa artificial, oberta per l'home en aquelles zones quasi planes on el drenatge és difícil, la qual cosa justifica la forta coincidència entre els canals artificials i les superfícies amb pendents inferiors a 5° (Fig. 8.7).

A la zona del Migjorn, la xarxa artificial està ben present a les conques 45, 47, 52, 53, 56 i 57, incrementant la seua presència des de l'oest cap a l'est, i des de la costa cap a l'interior, de manera que les conques occidentals només tenen artificial la zona de la Mitjania, però a la part oriental, la conca 57 té tot el seu caixer canalitzat.

A la part de Tramuntana la interpretació no és gaire fàcil perquè el trencaclosques litològic complica les relacions entre els factors que intervenen en la formació d'una xarxa. No obstant això, també es compleix que la major part de la xarxa natural es desenvolupa amb pendents superiors als 5°, però quan els barrancs arriben als plans, amb pendents migrats, és l'home qui ha de crear el drenatge.

A la resta del territori, la coincidència dels sectors finals pròxims a la desembocadura (conques 36, 37, 42, 59, 60, 62, 63, etc.), fa pensar, que malgrat la indefinició dels canals,

<sup>2</sup> S'ha pres com a xarxa real la representada al mapa topogràfic 1/5000 de la Conselleria d'Obres Públiques, Habitatge i Transport.

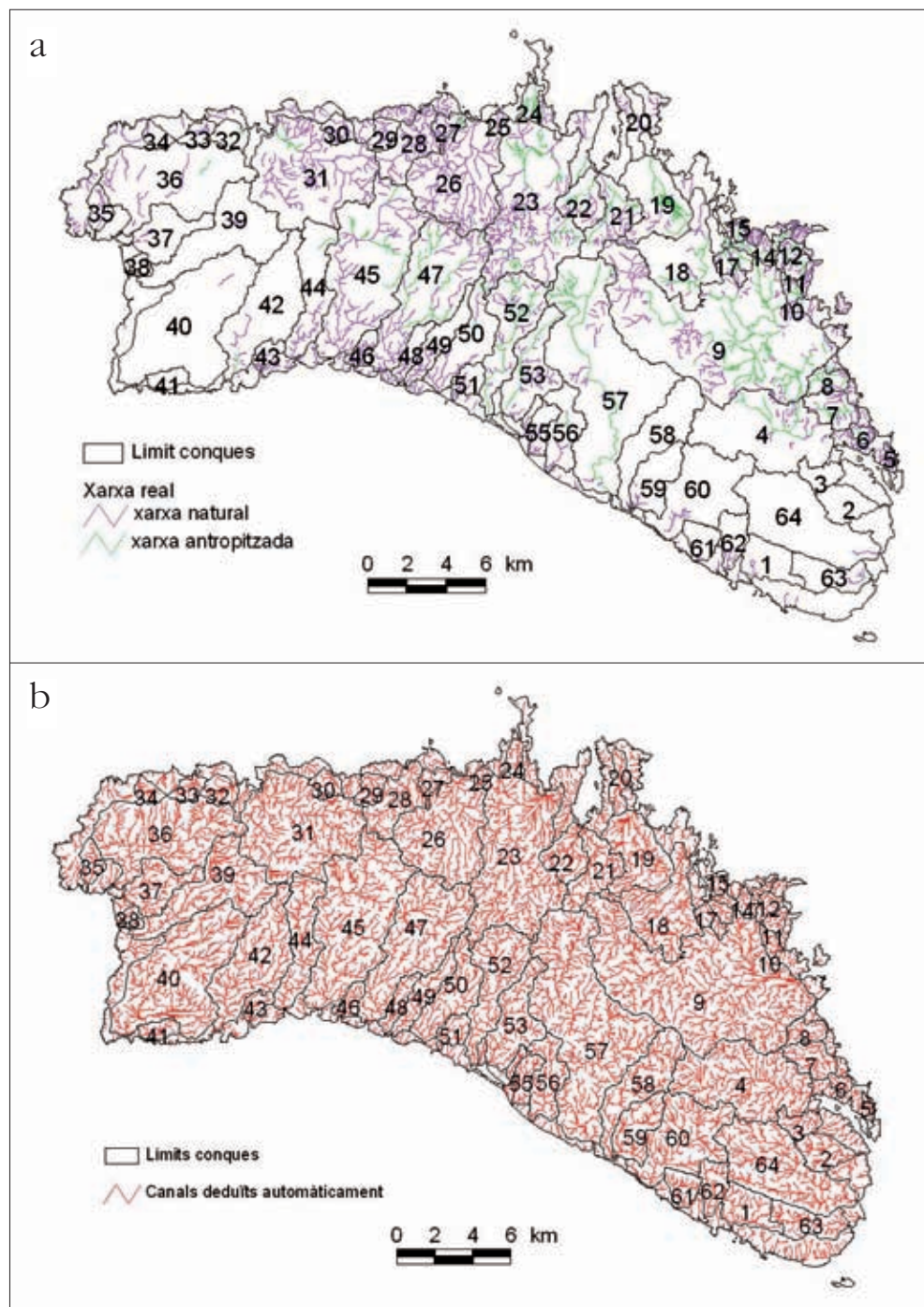


Fig. 8.6. a) Xarxa de drenatge real extreta a partir del mapa 1/5000. En morat apareixen els canals naturals i en verd els antropitzats.  
 b) Xarxa de drenatge simulada a partir del model d'elevacions, amb 200 cel·les drenants.

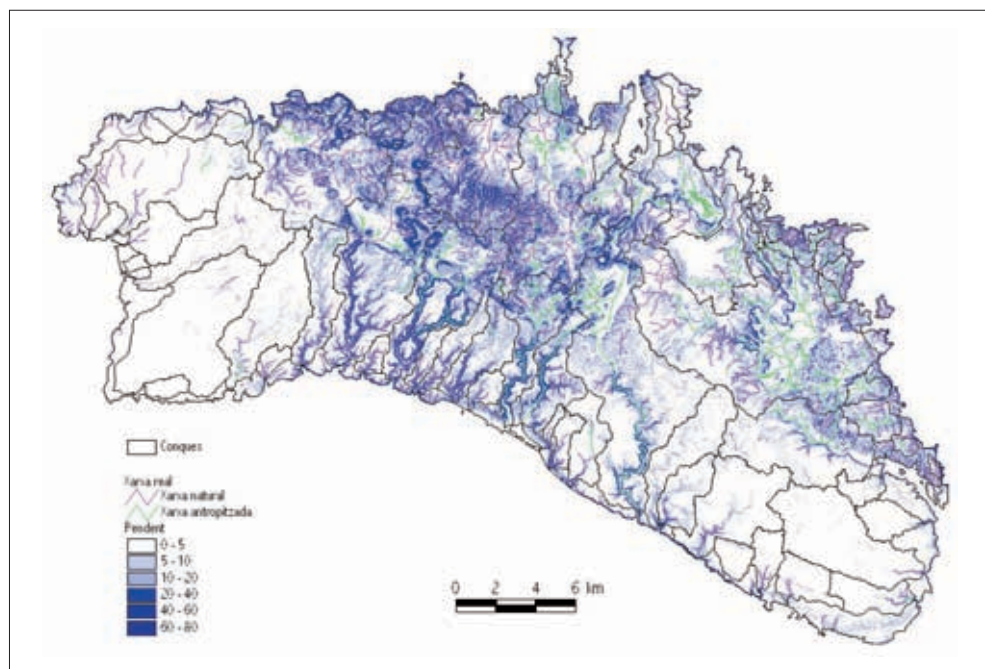


Fig. 8.7. Mapa de pendents de l'illa i xarxa de drenatge real, on s'observa la forta coincidència dels barrancs amb les zones amb pendents superiors a 5°; la xarxa antropitzada es localitza fonamentalment en les zones amb pendents inferiors.

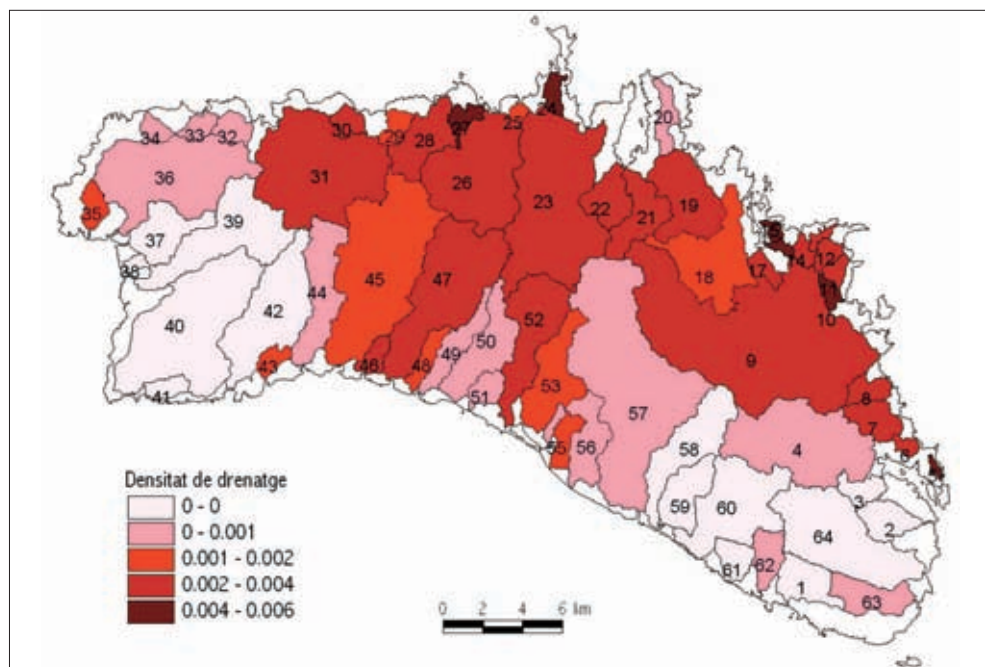


Fig. 8.8. Densitat de drenatge de la xarxa real expressada en  $m/m^2$ .

pot haver-hi una continuïtat hidrològica en els episodis extrems. L'evanescència dels caixers no implica de cap manera la desaparició de l'aigua; ben al contrari, quan els cabals són prou importants, cal suposar que hi ha continuïtat del fluxos fins que aboquen a la mar.

### Forma, orientació de la xarxa i tectònica

La xarxa de drenatge del Migjorn té un traçat clarament influenciat per la tectònica (García Senz, 1985; Gelabert *et al.*, en premsa; Gelabert en aquest volum) (Fig. 8.6). Les direccions de drenatge, tant de la xarxa simulada com de la real, canvien espacialment de forma progressiva en sentit contrari a les busques del rellotge. Així, a la part occidental, a la conca 36 la xarxa corre en direcció N-S, però entre la conca 37 i la 42, les direccions canvien a NNE-SSW. A la conca 44 sembla que domina altra vegada una direcció N-S, però a les conques veïnes (entre la 45 i la 55) es recupera novament l'orientació NNE-SSW. La xarxa gira uns 30° cap a l'oest a les conques 56 i 57 per a assolir una direcció NNW-SSE, però novament es produeix un canvi entre la 58 i la 60, recobrant l'orientació NNE-SSW. A les conques 61 i 62 la xarxa sembla que volta cap al nord, però immediatament a les conques 1, 63 i 64, s'imposa l'orientació E-W.

Per altra part, la plataforma miocènica no sembla afectada per falles importants, almenys en superfície (Borrouilh, 1983). Tanmateix, l'anàlisi de les fractures en 10 punts de la costa mostra com la direcció dels torrents s'adapta perfectament a la de les fractures (Gelabert, 2003; Gelabert *et al.*, en premsa). Les direccions mesurades al camp, així com l'existència de perfils sísmics a la plataforma, suggereixen la idea que l'illa ha patit un bombament de la part central. La inversió d'una gran falla del sòcol (que discorre entre els plans d'Alaior i Son Bou) hauria format un anticlinal probablement dissimètric (més alt a la part oriental que a l'occidental) (Gelabert *et al.*, en premsa). Els esforços tectònics haurien provocat la formació de nombroses fractures aprofitades per la xarxa de drenatge. La forma allargassada de les

conques i la disposició paral·lela de la xarxa del sector central (Fig. 8.6) casarien també amb aquesta hipòtesi.

La zona central no hauria suportat bé la compressió i s'hauria trencat en petits blocs a la costa, com s'esdevé a Son Bou i Sant Tomàs (Segura, Pardo i Servera, 1999) i s'ensuma a l'arc que va des de la talaia d'Artrutx fins a Sant Tomàs. L'existència de fractures paral·leles a la costa concordaria també amb la gran quantitat de petits afluents que es disposen paral·lels a la costa a ben pocs metres de la mar, aprofitant les línies de debilitat. De més a més, també podria explicar els canvis en la direcció de drenatge que es produeixen a les conques 42 i 44 a pocs quilòmetres de la costa o més endins a la 45 i la 47 (zones de Binissaïd i Son Olivar) on hi ha una alineació clara entre un afluente del barranc d'Algondret i els colzes –que quasi provoquen una captura– dels torrents de Trebalúger i Son Fideu (Rosselló en aquest volum).

Pel que fa a Tramuntana, el model de xarxa canvia radicalment: hi dominen les xarxes dendrítiques, en concordança amb el major arrodoniment de les conques. Aquesta condició és palesa sobretot a les conques 31, 26, 23 i 9, entre altres i les direccions de drenatge no semblen tant influïdes per la tectònica, almenys en el mateix grau que al Migjorn. Pot ser, en aquest cas, la gran variabilitat litològica i estraigràfica siga més responsable que la tectònica.

Una altra qüestió interessant és el paper que juguen les crestes o esglaons esmentats en altres treballs d'aquest llibre (Pardo i Porres, en aquest volum; Rosselló en aquest volum) en la formació de les conques de drenatge i en el traçat de la xarxa. Al sector occidental constitueixen les capçaleres dels barrancs, ja que en una zona tan plana com aquesta, són els relleus més significatius. Al sector central la influència sobre la xarxa no n'és tan clara, encara que, com s'explica més endavant, suposen un obstacle per als perfils dels rius. Les conques més importants excedeixen sense cap problema les crestes, però les més petites a prou penes les ultrapassen (46, 48, 54, 55). L'efecte és, en canvi, molt clar al sector oriental on les crestes constitueixen les divisòries

septentrionals d'algunes conques i són responsables de la direcció dominant del drenatge E-W (61, 1, 63). No obstant això, en altres casos els barrancs les travessen descrivint només algun colze i alguna irregularitat al seu perfil. No són per tant, un obstacle fonamental en la formació dels barrancs tot i que influeixen en el seu perfil.

### La densitat de drenatge

La xarxa de drenatge de la plataforma calcària és poc extensa, per la qual cosa les densitats, expressades en  $m/m^2$ , són molt baixes (Fig. 8.8). En tots els casos són valors inferiors a 1, característics de zones amb materials molt durs o rocam molt permeable. És evident que al cas de Menorca la causa fonamental és la permeabilitat del calcari escullós i de les calcarenites de la "Unitat inferior de Barres", associada tant a la permeabilitat primària d'aquests materials com a l'abundància de diàclasis i d'avencs, que faciliten l'escolament subsuperficial. Tampoc no s'ha de menysprear la coberta vegetal, ja que l'illa gaudeix d'una vegetació prou espessa. Les herbàcies de pastura donen un elevat grau de recobriment al sòl —encara que són litosòls de poca potència—, que disminueix l'escolament superficial. Al mateix temps, als fons dels barrancs (canalons), l'home ha retingut els sediments amb les tanques per tal d'assegurar els conreus, la qual cosa actua com una esponja a l'hora de emmagatzemar l'aigua.

Les conques de Tramuntana són les que tenen majors densitats a causa del seu rocam prou impermeable. Al Migjorn, el sector central posseeix una densitat més elevada, mostrant novament un comportament diferencial respecte a la resta de la plataforma calcària. Dins d'aquest sector són les conques 46, 47 i 52 les que tenen una xarxa més atapeïda, seguides per les 43, 45, 48, 53 i 55. La transició cap a les zones de menys densitat es fa a través de les conques 44, 56 i 57.

A la part occidental destaca la conca 36, que malgrat la seva xarxa discontinua, presenta uns quants canals a la capçalera del barranc

de Ciutadella. La resta fins al cap d'Artrux a penes té drenatge. Pel que fa al sector oriental, els torrents només apareixen a les conques 4, 62 i 63, mentre que la resta presenta una correntia superficial molt escassa.

Novament la major densitat que enregistra el sector central, que té la mateixa constitució litològica que la resta de la plataforma, fa pensar en una xarxa de drenatge potenciada per la tectònica i dificultada per una litologia molt permeable.

### El carst i la xarxa de drenatge

El paper del carst en el modelat de la plataforma calcària de l'illa ha estat analitzat per diversos autors en els darrers anys (García Senz, 1985; Segura, Pardo i Servera, 1999; Ginés, 2003; Rosselló, 2003; Ginés i Fornós, en aquest volum). Les ondulacions que dominen tot el paisatge donen idea de la formació de dolines i/o pòlies sobre una litologia calcària molt permeable, com acostumen a ser les formacions d'esculls de corall. El paper que han tingut aqueixos processos càrstics en la formació i en la discontinuïtat de la xarxa de drenatge ha estat molt important. Segons Ginés i Fornós (en aquest volum), les diferències litoestructurals detectades entre el sector central del Migjorn i els extrems oriental i occidental justifiquen un comportament diferencial del carst. Així, al sector central —on apareix la "Unitat de Barres", prou impermeable— abundan les coves de desenvolupament horitzontal, que en alguns casos han tingut com a nivell de base els barrancs encaixats. Als altres sectors —amb presència de la "Unitat Escullosa", molt permeable— dominaria el carst litoral i les dolines tenen una major presència. L'absència de drenatge pot estar condicionada fins i tot per les característiques de la unitat escullosa: l'elevada porositat d'aquest tipus de materials pot inhibir fins i tot l'aparició de la xarxa de drenatge (Smith, 1975).

Una anàlisi acurada de les àrees deprimides amb profunditat superior a 1 m, feta a partir del model digital d'elevacions (Fig. 8.9) mostra una distribució generalitzada al conjunt

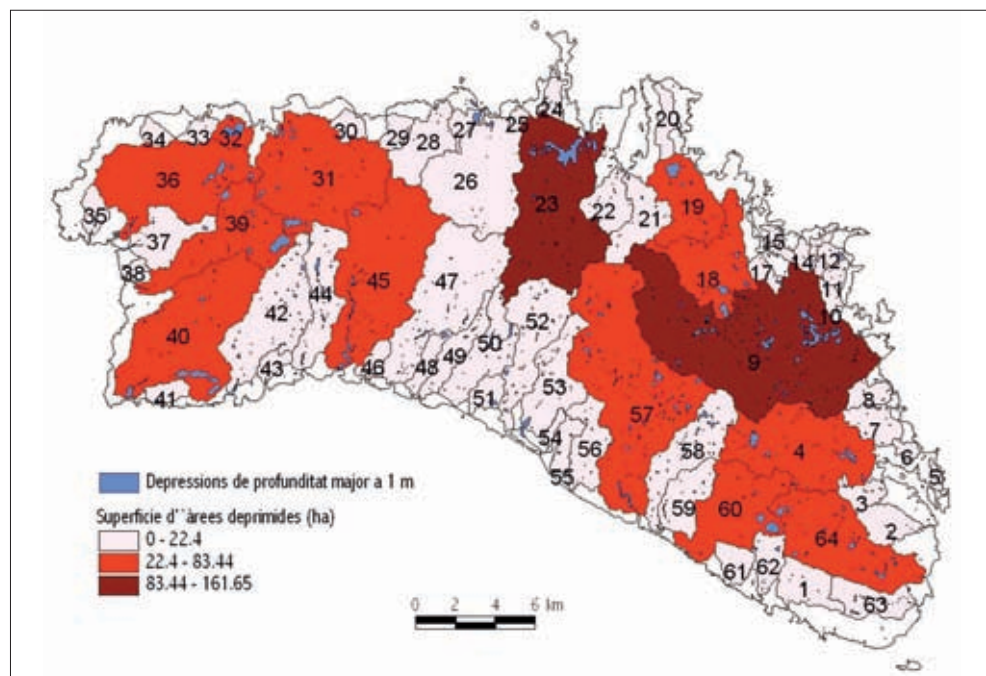


Fig. 8.9. Depressions superiors a 1m i superfície (en ha) que representen a cada conca.

de l'illa. Les nombroses zones deprimides que hi apareixen tenen una significació diferent segons la seua ubicació. Així, per exemple, a la zona de contacte entre Migjorn i Tramuntana, hi ha espais plans i deprimits, normalment sobre materials blans (argiles) que han estat buidats per l'erosió en temps passats. Tanmateix, si ens centrem a la zona de Migjorn, la significació dels espais deprimits té molt a veure amb els processos càrstics (Ginés i Fornós, en aquest volum).

D'acord amb el mapa, les conques 9 i 13 són les que tenen la major extensió de zones deprimides i tancades (entre 83'44 i 161'65 ha). Una gran part d'aquestes superfícies poden ser d'origen càrstic —es localitzen a Tramuntana sobre materials calcaris del secundari—, però també compten amb espais semiendorreics com ara l'albufera des Grau o l'estany de Binidonaire a cala Tirant. Al Migjorn, apareixen clarament definides tres zones: a la part occidental totes les conques tenen entre 22'4 i 83'44 ha d'espais deprimits, excepte la conca

37; a la part oriental passa el mateix a les conques 4, 60 i 64; a la resta, les superfícies tancades no superen les 22'4 ha, però les conques 45 i 57 constitueixen una excepció per l'abundància de clots.

En qualsevol cas, les depressions de les conques 36, 39, 40, 60 i 64 criden l'atenció per les seues dimensions. Les dues primeres se situen a la capçalera dels barrancs de cala Santandria i la del barranc de Ciutadella, a la zona de Son Morell de Dalt i de Baix i Binigafull. Un poc més al sud, a la conca 40, hi ha la gran depressió de Sant Joan de Missa i la de sa Marjal Vella i es Prat. A la part oriental, les depressions pròximes a Sant Climent i a l'aeroport (conques 60 i 64) són dolines ben desenvolupades (Rosselló, en aquest volum). La resta són de petites dimensions i les que més criden l'atenció són les que hi ha a l'interior dels barrancs. Les conques 45, 50 o 57 són exemples ben espectaculars que mostren un enfilall de depressions que perfila perfectament el traçat dels rius. La deficient circulació

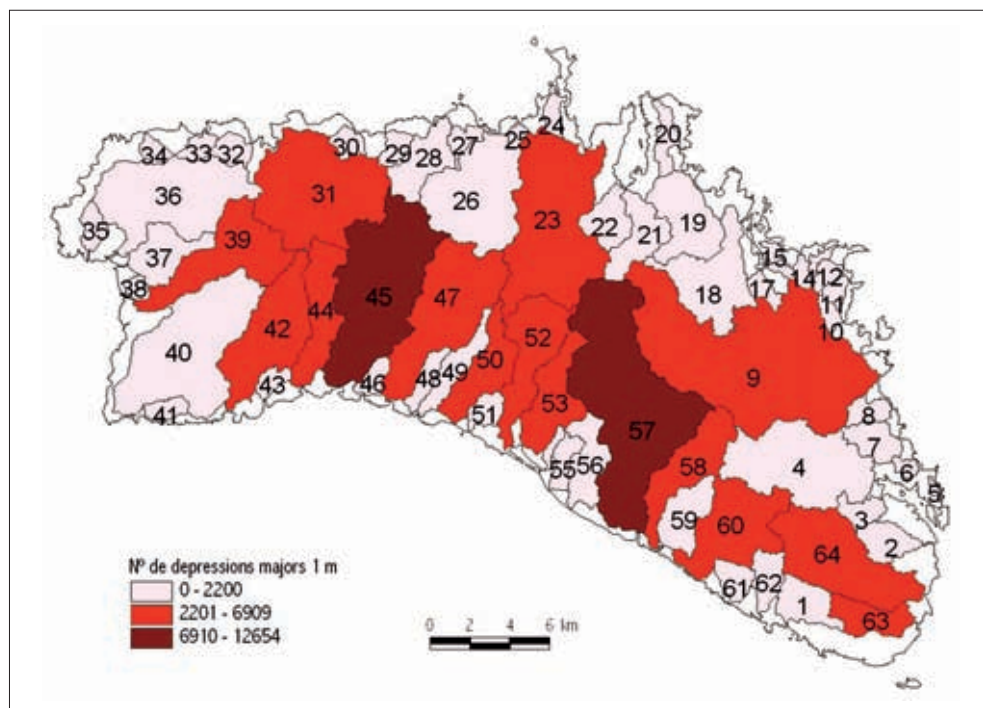


Fig. 8.10. Nombre de depressions tancades de dimensions superiors a 1 m existents a cada conca.

de l'aigua a l'interior dels caixers ha fet que, fins i tot en els que estan més encaixats, l'home s'haja vist obligat a canalitzar les aigües.<sup>3</sup>

Per altra banda, el nombre de depressions que hi ha a cada conca aporta informació sobre el seu funcionament hídric. El mapa de la figura 8.10 pràcticament inverteix els resultats de l'anterior: el sector central del Migjorn és el que té més depressions, especialment les conques 45 i 57, mentre que els dos extrems en tenen poques. O, dit d'un altra manera, el sector central té moltes concavitats de petites

dimensions, —localitzades la majoria al fons dels barrancs—, mentre que el sector oriental i l'occidental posseeixen menys espais deprimits però de majors dimensions.

El paper de les dolines en la gènesi dels barrancs és clar, ja que en molts de casos han estat capturades pels barrancs. Un bon exemple és la conca 44, la del barranc de Santa Anna (cala Macarella i Macarelleta) on a l'altura de Torrepaxina Nova i una mica més al nord n'hi ha dues de capturades. També és ben interessant la morfologia del barranc d'Algendar, que, en arribar prop de cala Galdana, descriu tres meandres que poden ser col·lapses de coves càrstiques o dolines (Rosselló, en aquest volum). La forma completament rodona dels meandres i les dificultats de drenatge indiquen un origen clarament càrstic. També la capçalera de molts d'afluents són dolines capturades tal i com mostra la fotografia aèria o fins i tot el mateix mapa de pendents.

<sup>3</sup> Les depressions localitzades a l'interior dels barrancs poden ser errònies en alguns casos, ja que les canalitzacions artificials poden provocar desnivells que capta el model digital d'elevacions. A més, degut al procés de creació del MDE —que es fonamenta en la realització d'una triangulació irregular— en zones molt concaves, com són alguns barrancs, i algunes zones molt convexes poden generar-se falsos plans i fins i tot espais falsament deprimits que no són més que artificis del model.



### Els perfils longitudinals

Els perfils longitudinals dels barrancs del Migjorn de Menorca són molt variats, ja que n'hi ha de còncaus i de convexos i entremig, totes les variants possibles. Els perfils còncaus suposen un grau de maduresa important, ja que s'assemblen al perfil d'equilibri teòric i minimitzen les despeses d'energia (Gregory i Walling, 1983; Knighton, 1998). Entre els factors que expliquen la concavitat, es poden senyalar els següents: *a*) una *ratio* de relleu relativa elevada; *b*) disminució del diàmetre de les partícules, i *c*) increment del cabal al llarg del riu (Knighton, 1998).

Els perfils convexos són indicatius d'una incapacitat del riu per a regularitzar el seu perfil. Entre les causes que expliquen les convexitats, cal indicar les següents: *a*) estrats més resistents, *b*) increment del volum o del diàmetre dels sediments, *c*) activitat tectònica, *d*) descens del nivell de base (Knighton, 1998). En qualsevol cas, s'associen a rius immadurs que estan molt lluny d'aconseguir l'equilibri. Entre

ambdós extrems hi ha perfils rectes, concavoconvexos o convexoconvexos.

L'anàlisi dels perfils del Migjorn ens permet una regionalització relativa: a la part occidental predominen els perfils còncaus; a l'oriental els convexos i a la central hi ha una mescla de les dues tipologies (Fig. 8.11).

La concavitat dels perfils de la part occidental s'atribueix a un enfonsament de la part baixa (especialment la 40 o barranc de la Cala d'en Bosc) (Fig. 8.12), de manera que la disposició dels pendents dóna un perfil còncau. És un relleu que potencialment pot desenvolupar una xarxa capaç d'evacuar l'aigua, encara que l'absència de lleres suggereix precisament un possible enfonsament i un notable funcionament de l'escolament subsuperficial. De fet, l'absència d'espaldats costaners fa que ni tant sols a la costa s'hagi desenvolupat una xarxa incipient (Fig. 8.6 b). Pel que fa al sector oriental (Fig. 8.13) els perfils convexos indiquen que la xarxa ha estat incapaç de tallar els espaldats de la plataforma que roman penjada. L'escàs desenvolupament de la xarxa

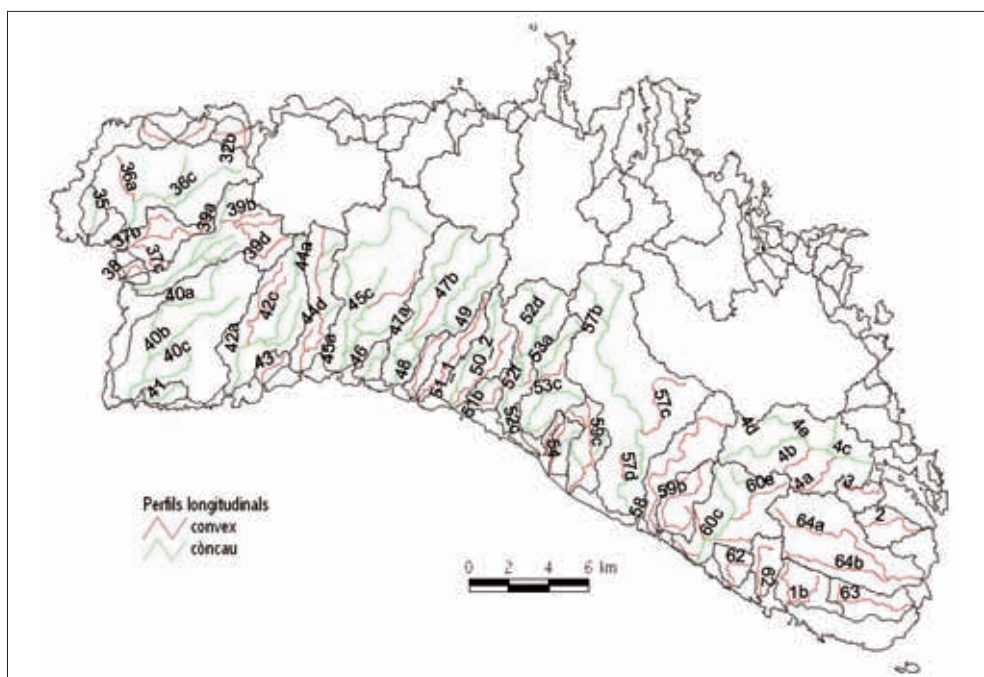


Fig. 8.11. Concavitat i convexitat dels perfils longitudinals.

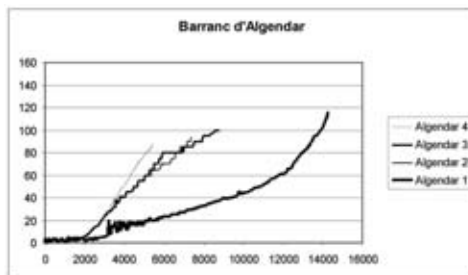
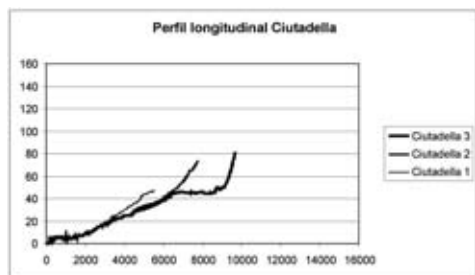


Fig. 8.14. Perfil longitudinal del barranc d'Algendar (conca 45).

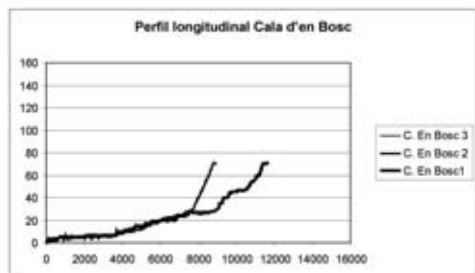


Fig. 8.12. Perfils longitudinals dels barrancs de Ciutadella (36) i del de la cala d'en Bosc (40) (valors en m).

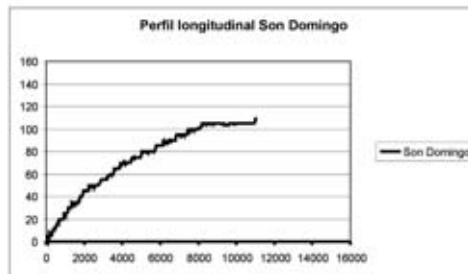
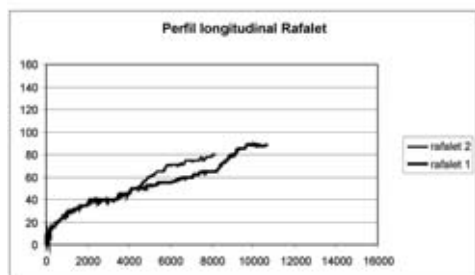
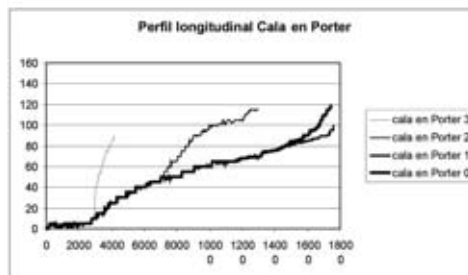
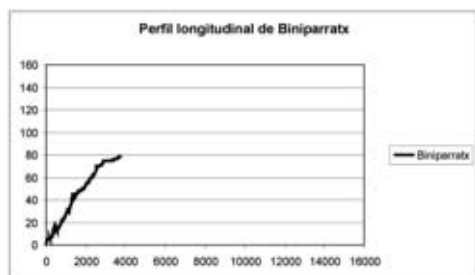
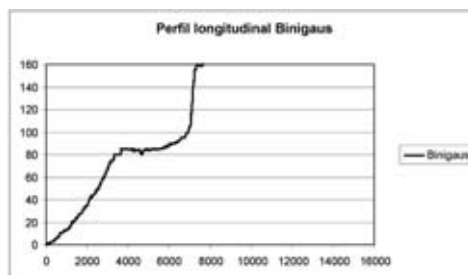


Fig. 8.13. Perfils longitudinals dels barrancs de Biniparratx (conca 62) i des Rafalet (conca 64).

Fig. 8.15. Perfils longitudinals dels barrancs de Cala en Porter (conca 57), Binigaus (conca 50) i Son Domingo (conca 58).

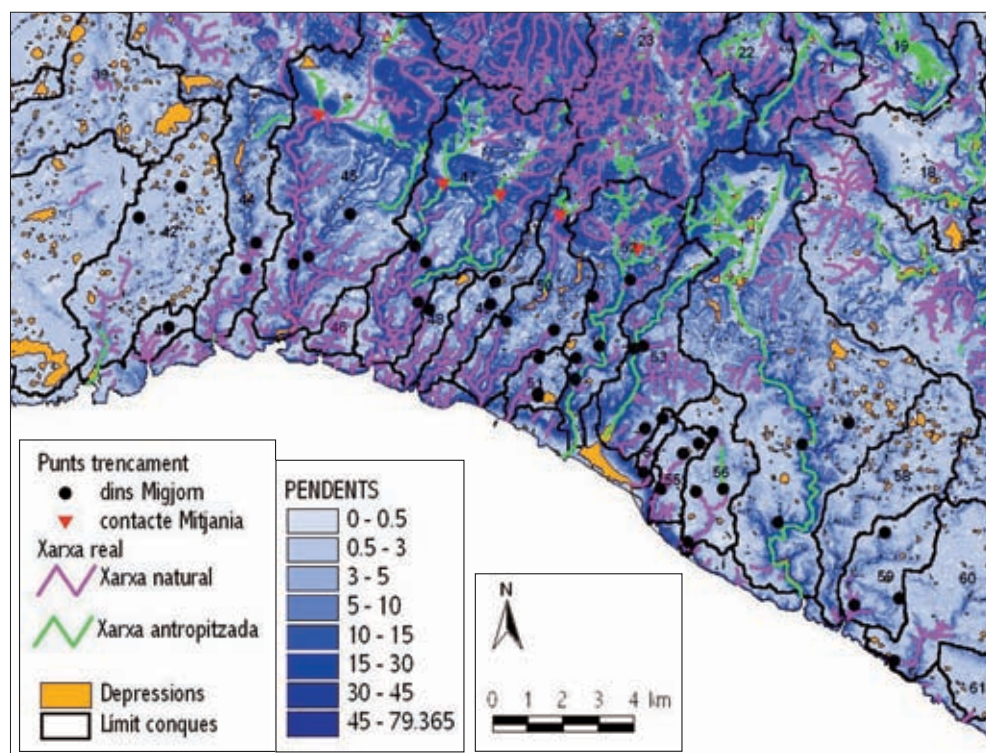


Fig. 8.16. Mapa de pendents del sector central sobre el que s'han representat les depressions i la xarxa de drenatge real (en morat els caixers naturals i en verd els artificials). Les màximes convexitats de cada perfil són indicades per punts i per triangles (en el darrer cas marquen molt bé el contacte amb Tramuntana).

indica també un important escolament subsuperficial. Al sector central, conviuen en una mateixa conca les dues tipologies, de manera que a les conques grans (44, 45, 47) normalment el barranc principal té un perfil còncau, mentre que els afluents tenen perfils variables (Fig. 8.14). De més a més, els barrancs menors que no passen a Tramuntana (Binigaus, Son Domingo) solen tenir perfils convexos o rectes (Fig. 8.15). Aquesta barreja és mala d'interpretar, però el fet que els eixos principals d'aquestes conques capturin la Tramuntana abona la hipòtesi que el responsable de la seua concavitat siga l'increment del cabal al llarg del riu (Langbein, 1964; Snow i Slingerland, 1987), mentre que els que redueixen la conca al Migjorn reben menys cabal i són convexos. No obstant això, les coses es compliquen perquè n'hi ha d'altres que són

curts i tenen perfils còncaus (50-2). Per tant, caldrà buscar altres factors que justifiquen aquesta interpretació.

Una de les qüestions que crida més l'atenció, són les irregularitats (o convexitats), tant en els perfils còncaus com en el convexos. Són trencaments de pendent que indiquen que el riu té alguna dificultat per a regularitzar el seu perfil. La distribució d'aqueixos punts<sup>4</sup> sobre el mapa mostra una certa dispersió (Fig. 8.16), però se'n poden traure algunes conclusions. En primer lloc, hi ha una coincidència entre aqueixos punts i les crestes en determinades subconques (47a, 47c, 48, 49, 50-1, 50-2, 52a, 54 i 55b, entre altres), tot indicant possibles aflora-

<sup>4</sup> Només s'han senyalat els punts de màxima convexitat, encara que en realitat en molts de casos l'anomalia abasta un tram més llarg del canal.

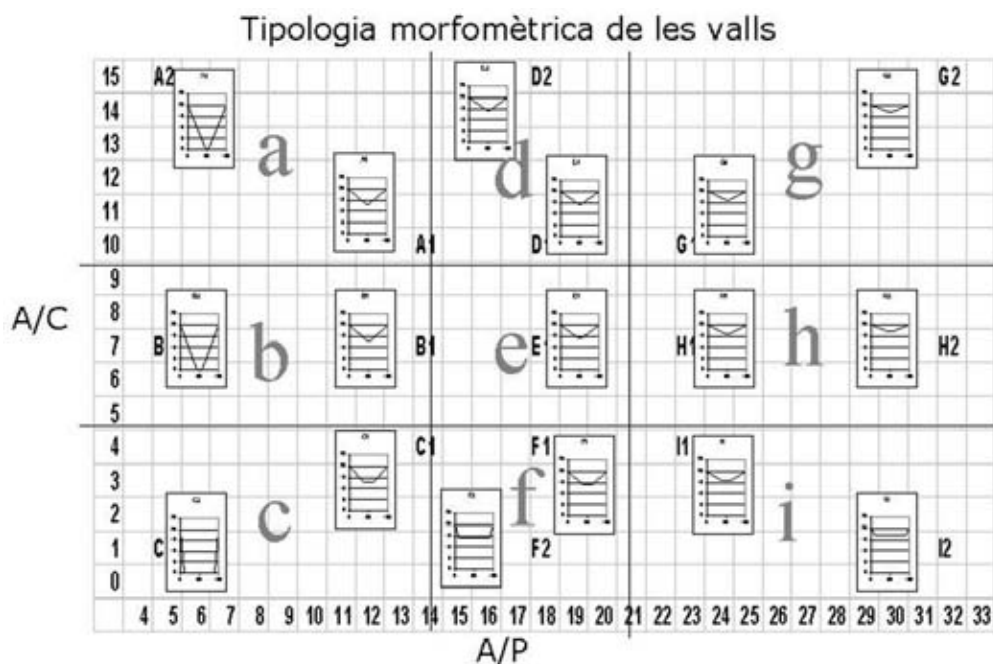


Fig. 8.17. En aquesta figura es mostra com s'ha definit, a partir de la relació entre els dos índexs utilitzats, els 9 tipus de perfils que corresponen a valls definides sobre el territori. El tipus k no apareix al gràfic degut a que no correspon realment al perfil d'una autèntica línia de drenatge. Al text queda explicat com s'ha definit. En la figura, junt amb els valors numèrics i les línies de divisió de cada tipus, es mostren gràficament les diferències morfològiques —molt simplificades— que hi ha entre cadascun dels tipus establerts.

ments de materials més durs. A la majoria dels casos, també hi ha una coincidència d'aqueixos trencaments de pendent amb el final dels caixers naturals i l'inici dels canals antropitzats, cartografiats al mapa 1/5000 (44, 48, 49, 51-1, 50-2, 51a, 51b, 52b, 55b, 56a, 56b, etc.). Aquest fet s'interpreta com que és el final de l'erosió remuntant; és a dir, es tracta de barrancs que estan reestructurant el seu perfil, ja que s'ha produït un canvi en el nivell de base que ha fet que l'erosió remuntant estiga actuant encara avui en dia per tal d'equilibrar novament el perfil. En altres paraules, estariem parlant de dues xarxes que conviuen: una que té com a nivell de base la mar actual i una altra que roman penjada a un nivell superior i que està sent capturada pels barrancs més actius, que troben dificultats per a superar unes crestes més dures.

Per altra banda, hi ha uns altres trencaments de pendent situats al contacte entre

Migjorn i Tramuntana (Fig. 8.16a), la qual cosa fa pensar en una captura més o menys recent de la Tramuntana per part dels barrancs del Migjorn (triangles dels barrancs 45a, 47a, 51-1, 52d), que encara no ha permès regularitzar del tot el perfil.

Els perfils longitudinals dels barrancs ens mostren que estem davant de dues xarxes: una antiga i una altra més recent. La primera responia a un antic nivell de base, que avui en dia ha canviat. Per això aquesta xarxa està canviant el seu perfil gràcies a l'erosió remuntant que ha estat més efectiva a les subconques majors, per les que circula més cabal. En canvi queda encara una xarxa antiga i penjada, clarament visible en determinades conques (42, 44a, 44b, 44c, 42, 45b, 45c, 47c, 48, 49, 50, 57), tal i com es pot veure figura 8.25. Aquesta xarxa, de més a més, travessa moltes depressions tancades que s'escalonen al llarg del perfil, tot indicant el paper important del carst.

## Els perfils transversals

Una altra modalitat d'anàlisi feta a la xarxa de drenatge ha estat l'orientada a definir la morfologia de les valls atenent a la seua forma transversal. Per a reconèixer aquestes característiques s'ha aprofitat el Model Digital d'Elevacions per tal d'arribar a una anàlisi morfomètrica de la forma de la vall, sistemàtica i objectiva.

S'ha desenvolupat una eina informàtica — descrita amb detall per Pardo i Palomar (2002)— que permet extraure automàticament perfils transversals als eixos de les valls, com també una sèrie de paràmetres morfomètrics que ajuden a caracteritzar-los. En el present treball s'han analitzat més de 200 eixos de barrancs, fent-hi perfils transversals de 400 m d'amplària màxima cada 150 m, de forma que finalment s'ha disposat de 6348 perfils transversals sobre la pràctica totalitat de l'illa. Els paràmetres morfomètrics extrems de cada perfil són:

**Amplària de la vall (A):** és a dir, la distància reduïda entre els dos punts de cota màxima del perfil analitzat.

**Amplària de la cubeta (C):** distància entre aquells dos punts immediats a l'eix, la cota dels quals es troba 2 m per damunt de la del punt central del perfil. Amb aquesta dada es preten mostrar l'amplària de la llera o fons del barranc.

**Profunditat de la vall (P):** es considera l'increment de cota entre l'eix del barranc i l'altitud resultant de promediar les cotes dels dos màxims de cada costat del perfil.

Comptant amb aquests tres paràmetres, s'han pogut calcular dos índexs que els relacionen: per una banda, l'índex  $A/P$  amb el que es poden caracteritzar els barrancs molt o poc encaixats. El segon índex és la relació  $A/C$  amb la que es pretén distingir els barrancs encaixats en forma de V, on la llera és força estreta, respecte a aquells altres la forma dels quals s'acosta a una U, amb un fons de caixer molt ample respecte al conjunt de l'amplària de la vall. Utilitzant aquest dos índexs ha estat possible establir una tipologia de formes que combinen les dues modalitats de cada perfil trans-

versal, el grau d'encaixament i l'amplària relativa de la llera. A la figura 8.17 es presenta un gràfic que mostra, sobre l'eix d'abscisses la relació  $A/P$  i en les ordenades la relació  $A/C$ . Aquest eix ha estat segmentat en 9 regions que defineixen 9 dels 10 tipus diferenciats. Com pot advertir-se els tipus *a*, *b*, *c* es corresponen amb barrancs encaixats, mentre que els de tipus *g*, *h*, *i* es corresponen amb barrancs poc encaixats. Els tipus *d*, *e*, *f*, des d'aquesta perspectiva són tipus intermedis.

De més a més d'aquests 9 tipus, s'ha considerat útil definir-ne un 10è (*k*) que, en realitat, indicaria el perfil on un dels màxims no arribi a excedir 2 m per damunt de l'eix de barranc. En aquest cas o bé estarem sobre una plana o sobre un vessant, però en cap dels dos casos cal considerar-ho com un barranc.

Els resultats de la classificació es mostren sobre la figura 8.18, on apareixen la distribució del tipus de perfils caracteritzats i les quatre regions morfomètriques definides en el treball de Pardo i Porres (en aquest volum). La distribució mostra, ben a les clares, l'ajustament que hi ha entre les distintes tipologies de barrancs i els límits de les regions establertes.

Al primer cop d'ull, el que més sobta és la clara diferenciació entre els tipus de barrancs del sector central i els dels sectors oriental i occidental del Migjorn. Aquest fet confirma el que prèviament s'havia advertit, tant en els treballs de fotointerpretació com al camp. Per a facilitar l'anàlisi s'ha confeccionat la taula 8.1 on s'indica la proporció de cadascun del tipus per a cada regió i la gràfica de la figura 8.19.

La diferència més evident la donen els barrancs molt encaixats a la zona central del Migjorn, que no es repeteixen a les altres regions. Es pot matisar, però, que al sector central de la zona de Tramuntana també hi trobem una proporció significativa de barrancs encaixats. A la zona occidental la inexistència de barrancs encaixats és pràcticament absoluta, mentre que a la zona oriental, encara que no siguen molt abundants, se'n troben a les desembocadures.

A la figura 8.19 es mostren, sobre cadascuna de les quatre regions establertes, les característiques d'encaixament de les valls.

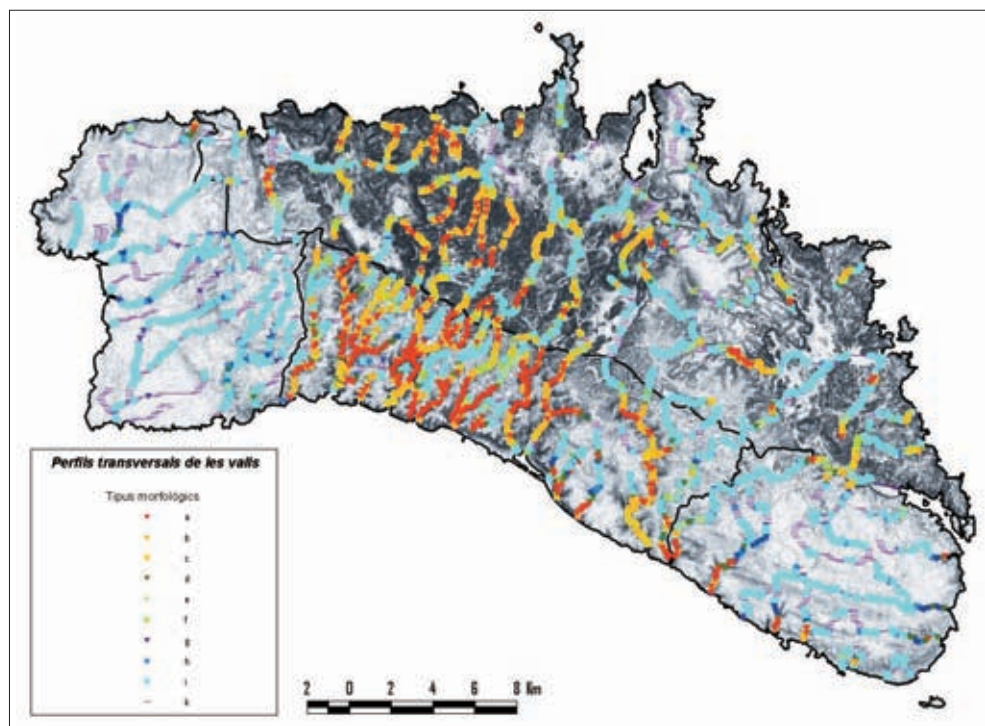


Fig. 8.18. Mapa de l'illa de Menorca on es mostra la distribució dels diferents tipus de perfils transversals. Sobre el mapa de pendents —tons més foscos indiquen major pendent i els més clars major planitud— es representen els límits entre la Tramuntana i el Migjorn i, dins d'aquest últim, els tres subsectors morfomètrics definits per Pardo i Porres (aquest volum).

Com es pot observar, la Tramuntana és la regió més diversa on es troben pràcticament totes les modalitats possibles i en proporcions relativament equilibrades. Les sub-regions del Migjorn, per contra, presenten un clar desequilibri: a la part central predominen clarament les valls molt encaixades, mentre que a l'oriental i a l'occidental el predomini és de les poc encaixades. L'anàlisi conjunta de la gràfica (Fig. 8.19), la taula 8.1 i el mapa (Fig. 8.18) permet interpretacions sobre els processos que han intervingut en la morfogènesi d'un espai tant complex com és el Migjorn de Menorca.

Al sector oriental del Migjorn, tal com evidencia la taula 8.1, dominen clarament els perfils de tipus *i*, és a dir, molt poc encaixats i en forma de U. En proporcions semblants s'hi troben els perfils *k* que en realitat corresponen a zones sense un caixer definit. Entre aquestes dues modalitats comptabilitzen pràcticament el

70% dels perfils analitzats. A molta distància s'hi troben els perfils de *b* i *g*, amb un 8% aproximadament cadascun i, en proporcions menors perfils de tipus *a*, *d*. Per a entendre la significació d'aquestes dades, caldrà mirar el mapa amb deteniment i advertir que els perfils de tipus *a* —és a dir, encaixats i amb forma de V— es localitzen prop de la desembocadura (el primer quilòmetre com a molt) i que, a mesura que pugem barranc amunt, el perfil esdevé menys encaixat, però mantenint la forma de V: açò es percep amb claredat a les conques 60, 62, 63 i 2. Hi ha casos com la 64 en què el perfil inicial és el *g*, i hi manca l'*a*. En tot cas, sembla advertir-se un progressiu encaixament dels barrancs com més prop som de la desembocadura; això s'hauria d'interpretar com que s'ha produït una incisió fluvial recent associada o bé a una baixada del nivell marí, o bé a un aixecament tectònic dels materials continentals.

Els perfils transversals de la xarxa de drenatge a les parts altes de la conca són de forma quasi exclusiva de tipus *i* o *k*. De fet, si s'analiza sobre el mapa, es pot advertir que a la majoria dels casos hi trobem barrancs poc encaixats i de secció en U, la forma dels quals es va difuminant intermitentment (perfils tipus *k*). Aquest fet podria atribuir-se a una antiga xarxa generada fluvialment —la que és evidenciada per les alineacions de perfils *i*— que posteriorment ha estat desorganitzada probablement perquè els factors morfogènètics fluvials han perdut paper, guanyant-ne, per contra, els processos de dissolució càrstica.

Al sector occidental del Migjorn, al primer cop d'ull, pot parèixer que s'assembla molt a la part oriental; tanmateix una anàlisi més acurada mostra trets distintes que suggereixen que els processos morfogènètics han actuat de forma distinta. En aquesta zona el domini dels perfils *i* i *k* és aclaparador: més del 83%. La resta dels perfils són del tipus *b* o *g*, és a dir, valls molt poc incidides. A diferència de la part oriental, a les desembocadures d'aquí no hi trobem valls en V, resultat de la incisió fluvial, sinó que presenten perfils en *i* (com a les conques 35, 36, 37, 38, 39 i 43), o fins i tot del tipus *k* (com seria el cas de les conques 40, 41, 42). Aquest fet es podria considerar fluvialment normal si a la capçalera de les conques hi trobéssim perfils en V que mostraren l'encaixament però, com

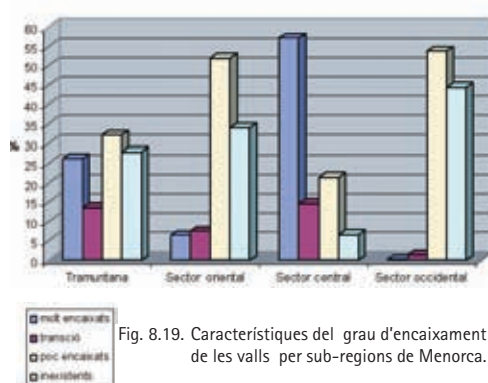


Fig. 8.19. Característiques del grau d'encaixament de les valls per sub-regions de Menorca.

es pot observar al mapa, la morfologia de les valls és pràcticament idèntica a la de les parts baixes. Aquest fenomen s'interpreta com que el sector ha patit un enfonsament tectònic general que n'ha desactivat la potencialitat morfogènètica fluvial en disminuir el pendent longitudinal dels barrancs.

El sector central és el que més diferències presenta respecte als altres dos i, també dins d'ell mateix. Hi ha una elevada proporció (un 54%) de barrancs profundament encaixats, que mostren totes les tipologies possibles en un grau més o menys significatiu. Resulta interessant que la majoria de les valls en V, a diferència del sector oriental, no les trobem a les desembocadures, sinó un poc més amunt. Les

Tipus	Tramuntana	Sector oriental	Sector central	Sector occidental
a	7,49	4,66	29,86	0,19
b	9,58	1,65	16,40	0,09
c	9,21	0,19	10,85	0,00
d	1,07	4,28	4,12	0,76
e	2,37	2,43	4,12	0,57
f	10,19	0,87	6,59	0,09
g	0,98	7,97	1,94	6,64
h	2,74	8,45	3,41	8,53
i	28,51	35,47	16,07	38,67
k	27,86	34,01	6,64	44,45

Taula 8.1. Percentatge de cada tipus de perfil sobre cadascuna de les sub-regions morfomètriques definides.

desembocadures, que en la majoria dels casos coincideixen amb àmplies cales, almenys als barrancs de conca més gran, solen presentar barrancs encaixats, però amb forma d'U (perfils de tipus *c* o perfils de transició *b*). Donat l'escàs pendent longitudinal de tots aquests barrancs, és perfectament imaginable que bona part dels trams finals en U durant la transgressió flandriana possiblement foren cales, fet que n'ajudaria a entendre l'actual morfologia. Ara, val a dir que aquests perfils transversals en U sobre barrancs molt encaixats no s'han desenvolupat de forma homogènia en tots el barrancs del Migjorn que arriben a la mar. Fet i fet hi ha una relació entre la superfície de la conca i l'allunyament de l'actual desembocadura del punt on comencen a trobar-se perfils de tipus *a*. És a dir, els barrancs de conca petita solen atènyer la costa amb un perfil encaixat i una llera estreta en comparança amb la magnitud de la vall, mentre que els trams finals dels grans barrancs (Algendar, Trebalúger, Son Boter, es Bec, cala en Porter) presenten un fons pla ben ample per on, en tot cas, pot circular un petit canal. Aquesta relació s'hauria de

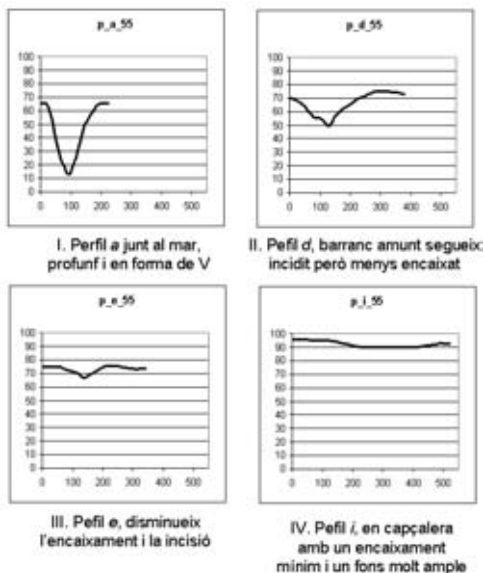


Fig. 8.20. Perfils transversals sobre el barranc de Llucalari on s'observa com canvia el perfil barranc amunt. El I està fet vora mar i el IV prop de la capçalera.

tenir en compte per a tractar d'esbrinar la cronologia dels processos morfogenètics.

Un altre fet en què ens podríem fixar és com va canviant la morfologia del barranc a mesura que es puja en aquesta zona central del Migjorn. En trobem distints patrons:

- Per un costat els barrancs que corresponen a les conques que no superen la Mitjania presenten perfils de tipus *a* a les parts més baixes —on connecten amb el nivell de base local, ja sigui la mar o el fons del barranc principal— i, progressivament enllacen amb una xarxa menys encaixada i, per regla general, amb forma d'U, predominant a les parts altes. Hi ha, per tant, una transició des dels perfils

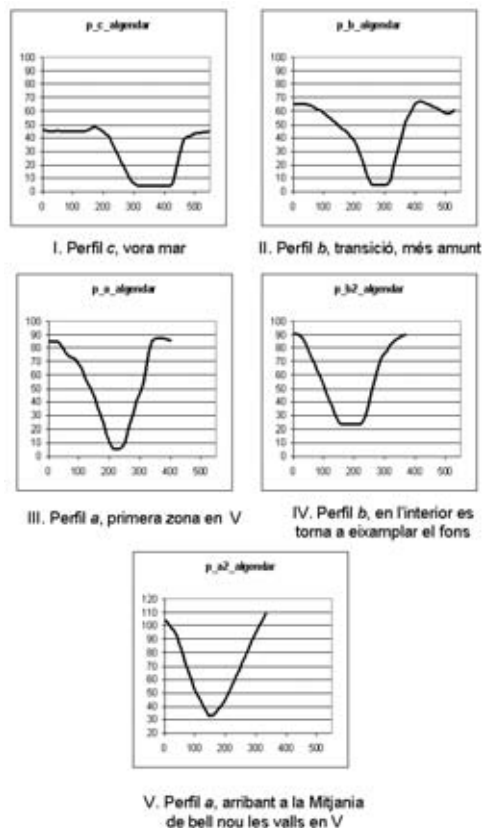


Fig. 8.21. Perfils transversals sobre el barranc d'Algendar on s'observa com canvia el perfil barranc amunt. El I està fet vora mar i el V prop de la Mitjania.



molt encaixats i en forma de V, a perfils en d'U i molt més tesos. Exemples d'aquesta modalitat serien els de les conques 44, 46, 48, 49, 51, 54, 55, 56 i 58 o d'alguns dels afluents dels grans barrancs de les conques 45, 47, 52 i 53. L'exemple de la figura 8.20 mostra quatre perfils successius remuntant el barranc de Llucalari (nº 55): a baix trobem un perfil molt incidit de tipus *a*, un poc més amunt ja està menys encaixat, però continua essent en forma de V (tipus *d*). Encara hi ha una zona de transició on, sobre un perfil molt poc encaixat, comença a advertir-se la incisió lineal i, finalment, a dalt, dominen els perfils de tipus *i*, caracteritzats per una ampli fons de vall i un encaixament mínim. Cal dir que aquest patró de canvi de la morfologia s'assembla prou al que trobaríem a la zona oriental, si bé, en aquell cas, per regla general, el predomini del perfil *i* és superior i, de més a més, es troba intersectada, en moltes ocasions per perfils *k* que evidencien la segmentació de la xarxa de drenatge per probables processos de dissolució càrstica.

- Al cas dels barrancs encaixats que formen autèntics canyons la gran majoria dels quals, travessen la Mitjanja, la morfologia de la vall no segueix el patró anterior, sinó que sol iniciar-se vora mar amb perfils de tipus *c* que progressivament, curs amunt, va convertint-se en *b*. Un poc més amunt sol aparèixer un llarg tram —d'entre 1 i 2,5 km— dominat per perfils en *a* als que més enllà segueixen, a diferència del patró anterior, perfils igualment encaixats encara que amb un fons més ample (tipus *b*, *c*) i, encara alguns quilòmetres més amunt, quan ja ens acostem a la Mitjanja, de bell nou tornen a predominar els perfils de tipus *a*. D'aquest patró en serien exemple el barranc d'Algendar, el de Trebalúger, tant la branca principal com dos dels seus afluents principals, al barranc principal de la conca 52, 53 i, també, encara que de forma més complexa el de Cala en Porter. A la figura 8.21 es presenten, com exemple, cinc talls transversals fets a distintes altures del barranc d'Algendar.

El patró de canvis a la morfologia de les valls vist sobre els grans canyons que travessen la part central del Migjorn evidencia una morfogènesi prou més complexa que la que es pot deduir del patró dels barrancs més curts. Els

dos sectors on s'acusa la incisió lineal mostrarien, o bé variacions en la resistència dels materials o bé distintes fases evolutives. Pot ser interessant contrastar la rònega coincidència existent entre la variació en la forma de la vall i l'existència de les crestes o esglaons esmentades en el treball de Pardo i Porres (en aquest volum) i Rosselló (en aquest volum). Estudis més profunds hauran d'acabar d'aclarir aquestes qüestions.

## LA GEOMORFOLOGIA DELS TORRENTS

A banda de la caracterització morfomètrica, l'anàlisi d'algunes peculiaritats dels barrancs també aporta idees sobre la seua gènesi i evolució. Qüestions com la incisió i el rebliment, els meandres i la classe de sedimentació són claus per a entendre la xarxa de drenatge tan particular de la plataforma miocènica.

### Rebliment i incisió

Un dels trets que crida més l'atenció del barrancs del sector central és que les valls tenen la secció en U. Els fons plans (canalons), totalment antropitzats, s'ha convertit en camps de cultiu o en pastures per al bestiar (Fig. 8.22). Sigui per un procés natural (engolidors d'antigues dolines col·lapsades), sigui perquè l'home els ha anivellat, l'aigua no sempre hi corre amb fluïdesa i de vegades necessita l'ajut de les canalitzacions per a poder desaiugar amb facilitat. Això s'esdevé a tots els canyons que es formen al sector central, però també als altres que a prou penes s'encaixen uns quants metres.

La formació dels canyons és una altra qüestió interessant. Pareds verticals, amb caigudes de 70-80 m són freqüents en molts de cursos, com ara al barranc d'Algendar, a Son Fonoll on hi ha una paret vertical de 70 m o a Cala Galdana, on té un desnivell de 60 m; a Trebalúger, prop de Son Mercer de Baix, on el torrent de Son Granot cau 70 m en vertical. El torrent de Son Boter, a sa Vall té un tall serrat de 80 m i el mateix torrent de Cala en Porter al



Fig. 8.22. Vista del barranc de sa Cova (afluent del barranc de Trebalúger), prop del poblat talaiòtic de Son Mercer de Baix. Es pot observar l'encaixament del barranc, el fons pla de la vall i el col·lapse d'una dolina que marca el meandre.

Tom de Biniarroi té també un desnivell de 80 m. Aquest encaixament tan espectacular i constant entre les conques 45 i 57 mostra un sector central sobrelevat per tectònica recent que n'ha potenciat la incisió vertical. De més a més, els canvis del nivell de la mar, haurien incrementat la potència erosiva dels barrancs. Així, els sondejos elèctrics fets a les conques baixes mostren que el fons està entre 30 i 50 m per baix del nivell de rebliment actual a cala Galdana (Pardo *et al.*, 1997). Els 70 m d'encaixament més els 50 m de rebliment, sumen un total de 100-120, la qual cosa implicaria una baixada semblant del nivell de la mar, que podria correspondre al darrer descens esdevingut fa uns 17000 anys (estadi isotòpic 2), quan la mar se situava uns 100 m per sota del nivell actual (Loewe i Walker, 1997; Rosselló *et al.*, 2002)

Els sondejos practicats a les cales (Fornós, 1999; Fornós *et al.*, 1998; Segura, Pardo i

Servera 1999; Fornós i Segura, 2003) indiquen que els materials dipositats són d'origen marí i tenen una edat holocènica i la potència del rebliment disminueix progressivament des de la costa fins a l'interior. Barranc amunt, ja en ambient clarament fluvial, no hi ha terrasses, la qual cosa significa que, des que va iniciar-se, el rebliment ha estat constant, sense episodis d'incisió rellevant.

A banda d'aquests canyons, hi ha una segona xarxa, de l'estil de les valls mortes que roman penjada 30 i 40 m sobre els canyons com passa a la capçalera del barranc d'Algondaret o al barranc de Binigaus (Es Migjorn Gran) sense gaire encaixament, amb trets molt clars d'influència càrstica per la presència de dolines i engolidors (conca 44, Fig. 8.25) i fons totalment plans i ocupats per l'home (conca 45). Aquests barrancs són els que presenten perfils longitudinals convexos i estan sent capturats pels torrents principals de perfil còncav.

També és important mencionar un grup de petits barrancs repartits per tota la plataforma que a la seua desembocadura no tenen el rebliment de tipus albuferenc, propi de les cales, i que estan avui en dia encaixant-se, com ara el barranc de Sant Llorenç o els de les conques 48, 49 i 50, 63 o 64. Sembla per tant, que el seu nivell de base és ben diferent del dels torrents encaixats.

D'aquestes observacions se'n deriva la idea que al menys hi ha cinc tipus de barrancs diferents: els del sector oriental, els de l'occidental, els canyons centrals, els barrancs de fons pla penjats i els barrancs d'encaixament recent.

### Divisòries, captures i drenatge dificultós

El drenatge de la plataforma miocènica, malgrat que la xarxa abasta canyons impressionants, és dificultós. L'existència de nombroses depressions càrstiques i de zones quasi planes —especialment a les capçaleres dels torrents principals— complica considerablement la delimitació de les conques; fins i tot al fons dels canyons subsisteixen espais deprimits, formats pel col·lapse de dolines o pòlies, dels que només resten espais marjalencs drenats artificialment.

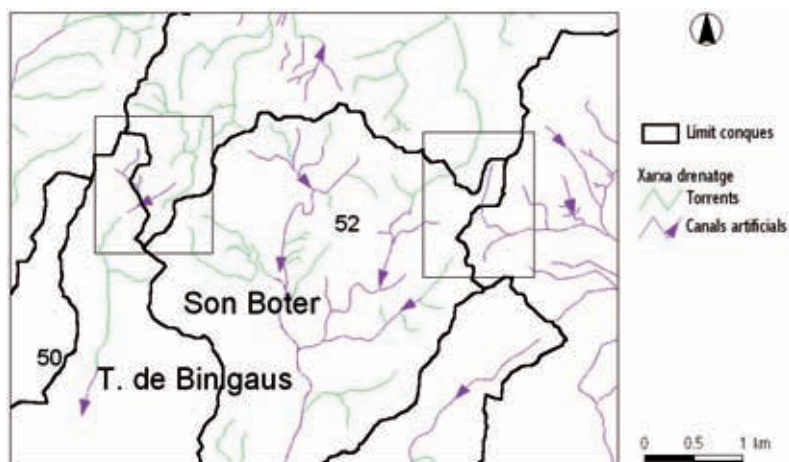
Les divisòries són tant febles a la Mitjanja que la xarxa teòrica presenta diferències consi-

derables amb el traçat de la real. Així a la figura 8.23 hi ha dos exemples corresponents als barrancs de Binigaus i de Son Boter, on el model digital d'elevacions defineix unes divisòries que no s'adapten als torrents naturals ni han estat respectades per les canalitzacions antròpiques, la qual cosa és indicativa de la feblesa dels pendents.

Un altre cas ben cridaner és el de la conca del barranc de Ciutadella, on hi ha nombrosos barrancs que es perden, per a reparèixer després, aigües avall, prop de Ciutadella. La xarxa simulada mostra la continuïtat hidrològica, que no la morfològica. Aquest fet probablement es deu a un enfonsament i podria tenir una causa tectònica (Fig. 8.24).

Un fenomen certament especial és l'existència d'un doble meandre, prop de la naveta des Tudons (conca del barranc de Cala Santandria), totalment desconnectat de qualsevol torrent (Fig. 8.24). Els treballs de camp confirmen que es tracta d'un tram lleugerament encaixat a la plataforma i amb nombroses coves funeràries a les parets. El més interessant però, és que hi ha contrapendents, de manera que l'aigua ha de córrer cap al centre dels meandres, perdent-se en un o més engolidors. D'altra banda, la xarxa simulada enganxa aquests dos meandres a uns afluents inexistents, però totalment coherents (Fig. 8.24). Més al sud, la depressió de sa Marjal (conca 40)

Fig. 8.23. Divisòria i xarxa natural (en verd) i antròpica (en morat) a les capçaleres del barranc de Binigaus (50) i Son Boter (52). Els desnivells són tan febles que les divisòries no coincideixen amb la xarxa.



sembla tenir també una causa tectònica. Tot això fa pensar en un sector occidental fracturat o almenys basculat cap a la mar, sent aqueix enfonsament responsable de la manca de la xarxa de drenatge. Ara bé, també hi cabria una altra interpretació: sent que existeixen afloraments quaternaris d'arena prop de la naveta des Tudons, seria possible que una transgressió marina hagués desdibuixat i desorganitzat la xarxa de drenatge? Aquesta hipòtesi, encara que viable, requeriria nivells de la mar molt elevats. D'altra banda, a la part occidental, les zones deprimides del costat de Sant Climent i de l'aeroport tenen un origen clarament càrstic (Ginés i Fornós en aquest llibre).

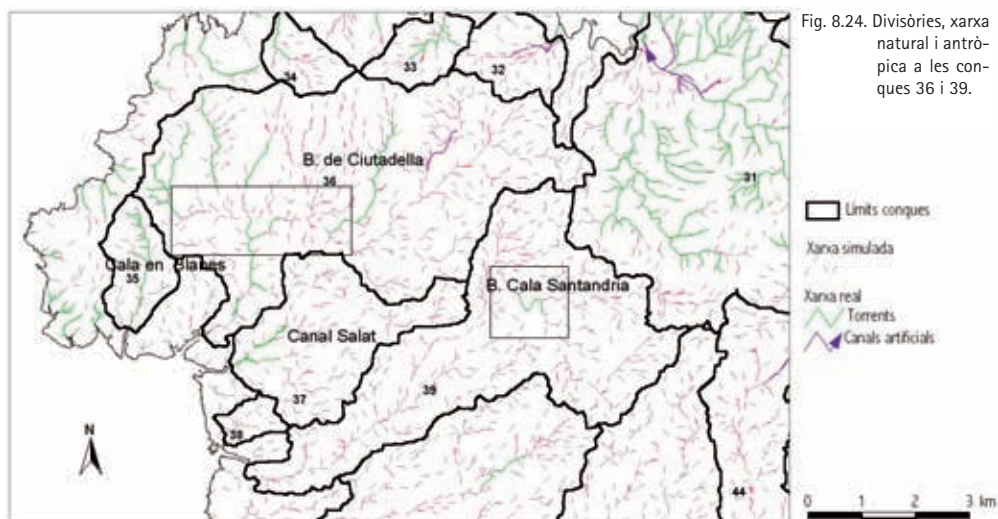
Un altre problema interessant és la connexió hídrica existent entre Migjorn i Tramuntana. Tot arreu de la Tramuntana els materials blans —fonamentalment triàsics— han patit un buidatge difícil d'explicar amb la xarxa de drenatge actual. Sembla, però, que hi ha hagut una captura per part dels torrents de la plataforma, que només ha estat efectiva en els canals principals. Els afluents s'aturen a la zona de contacte i no han estat capaços de travessar a l'altre costat. A la capçalera del barranc d'Algendaret (Fig. 8.25) s'observa ben bé el comportament d'aquesta xarxa secundària i alguna cosa semblant passa a les conques 47 i 49. D'altra banda, l'espadat que forma la plata-

forma miocènica a la zona de contacte amb Tramuntana, com també l'existència d'esglaons en el perfil longitudinal en aquest punt, són elements que apunten a una captura prou recent de la Tramuntana per part de la xarxa del Migjorn. Qüestió ben diferent és precisar per on i quan s'ha produït el buidatge dels materials blans de Tramuntana. Òbviament, des que hi ha la connexió, l'erosió haurà estat efectiva, però les dificultats de drenatge en aquest sector —on quasi tots els canals són artificials— i les zones buidades per tot arreu, fins i tot per on no hi ha xarxa, fan pensar en una eliminació prèvia, que no necessàriament s'ha evacuat pel Migjorn.

Fins i tot, quan hom observa la xarxa de la zona de contacte en fotografia aèria, dóna la impressió que el drenatge ha canviat de sentit en alguns sectors. Això s'observa prou bé a la capçalera del torrent de Cala en Porter, on part dels afluents corren cap al nord (plans d'Alaior), encara que la direcció actual del escolament sigui cap al sud.

### Els processos i les formes fluvials

Una de les qüestions més cridaneres dels torrents menorquins, —especialment dels canyons— és l'absència de càrrega de fons. Les



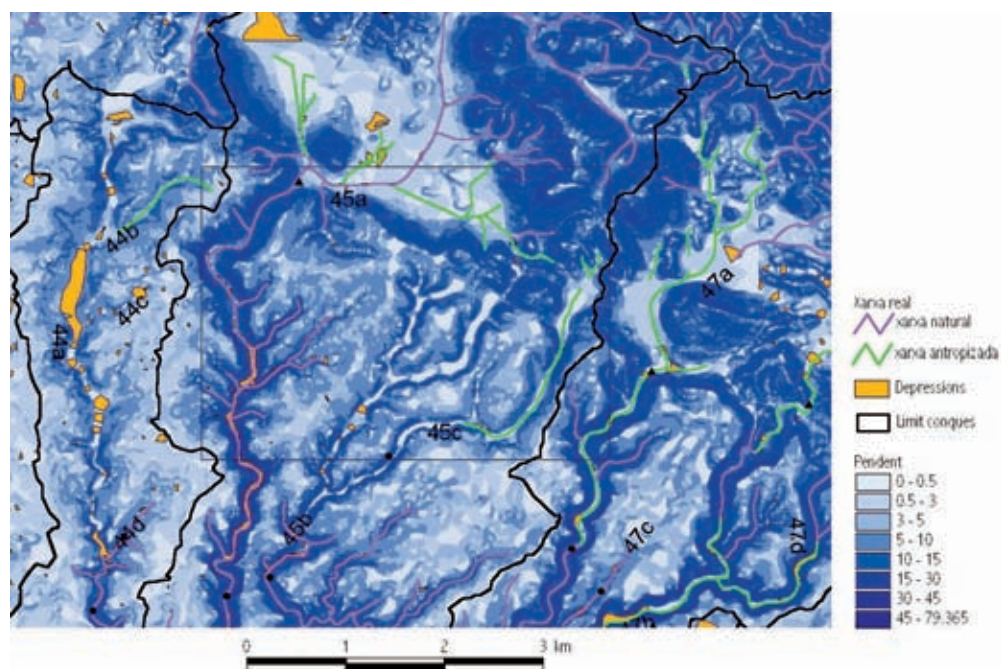


Fig. 8.25. Mapa de pendents i xarxa de la conca 45. El barranc principal captura la Tramuntana, mentre que els afluents es queden al Migjorn.

arenas i les argiles de descalcificació són els materials transportats de forma majoritària pels barrancs. Les graves i els còdols amb rodament fluvial pràcticament són inexistents —si n'hi ha algun, és de tipus angulós— i en cap cas hi ha dipòsits fluvials als llits.

Aquests fets, que són ben desconcertants tractant-se de rius, no són fàcils d'explicar. En algun cas es pot acudir a l'evacuació subterrània dels sediments, com s'observa en algun tall que hi ha a la carretera de Sant Tomàs, on apareix un conducte càrstic reblit de graves fluvials empastades per materials fins. No obstant això, la dinàmica fluvial segueix sense explicació.

Una de les hipòtesis per a l'absència de material gruixut és la pròpia meteorització de les calcarenites miocèniques, que se disgreguen en arenas, sent les argiles restes de la descalcificació, que arriben als torrents a través dels conductes càrstics (Fig. 8.26). Per altra part, l'absència de formes fluvials als caixers es pot justificar per la pròpia activitat de l'home, que previsiblement les destrueix després de les

revingudes per tal d'anivellar els camps. Les mateixes parets possiblement han retingut un excés de fracció fina, que l'aigua s'hagués emportat amb molta més facilitat si els caixers fossin totalment naturals.

Un altre tret interessant és l'evolució de les parets dels canyons, on hi ha senyals clars de circulació subterrània, amb coves i conductes relictos i també s'hi identifiquen processos de vessant. Esbaldrecs, i fins i tot, alguna esllavissada mantenen un retrocés quasi vertical de les parets, les restes dels quals s'acumulen a la base. No sembla que la circulació fluvial efectue cap sapa basal; més tost sembla que és l'home qui redistribueix els sediments.

També caldria fer alguna reflexió sobre la funcionalitat dels torrents menorquins. Els més importants, especialment el barranc d'Algendar, posseeixen circulació hídrica contínua en bona part del tram final. És cabal de base procedent de l'aqüífer que tallen els canyons i que es manifesta a través de les fonts que hi ha a les parets i al fons. No tenim quasi cap

informació, però, de revingudes recents, encara que les notícies orals confirmen que n'hi ha hagut, no sols als torrents principals sinó també a barrancs com el des Rafalet (conca 64). No obstant això, el període de recurrència deu ser molt elevat, ja que en cas contrari, tampoc seria ni probable ni rendible l'ocupació antròpica de les lleres. Ara, si avui en dia són poc funcionals, és d'esperar que en altres moments del Plioquaternari l'activitat hídrica hagi estat major.

### HIPÒTESI SOBRE LA FORMACIÓ DE LA XARXA DE DRENATGE

Tant la presència com l'absència de drenatge al conjunt de la plataforma carbonàtica requereix una explicació que no és simple, ja que hi intervenen el carst, la tectònica i l'ac-



Fig. 8.26. Vista del barranc d'Algendar, prop de cala Galdana, on s'observa com es rebleixen els fons dels barrancs amb argiles de descalcificació (*terra rossa*) que hi arriben a través dels conductes càrstics.

ció fluvial. La combinació dels tres factors crea una complexitat que no permet dilucidar clarament el grau de responsabilitat de cadascun dels processos.

D'antuvi, la zona oriental i l'occidental, mancades de xarxa, experimenten un predomini dels processos càrstics; de fet són les zones que tenen una major superfície endorreica. Al tractar-se d'espais plans —més la part oriental que l'occidental, que té un declivi suau— l'absència de pendents dificulta la gènesi dels canals. També les fàcies esculloses que afloren als dos extrems de l'illa, en ser molt permeables, afavoreixen l'escolament subsuperficial i dificulten el drenatge superficial.

Al sector central, els pendents forts justifiquen la formació d'una xarxa molt encaixada. En aquesta part, però, la convivència amb una xarxa a prou penes dibuixada i gairebé penjada uns 30 m sobre el barrancs encaixats, fa que haguéssim de pensar en una altra xarxa anterior. De més a més l'existència dels barrancs sense rebliment final, suggereix també un altre tipus de torrents. Aquests darrers estarien evolucionant a partir de nivell actual de la mar per erosió remuntant i amb l'ajut del col·lapse de dolines i de conductes càrstics, tal com succeix al barranc de Torrevella, a la cala de Sant Llorenç (Fig. 8.27).

Així, doncs, al sector central, podríem definir fins a tres xarxes diferenciades, que conviuen amb espais sense torrents, encara que tot l'espai posseeix una mateixa litologia. Per tal d'explicar la formació de la xarxa, cal partir d'una plataforma escullosa, adossada al bloc del sòcol de Tramuntana, que ha patit una compressió que va reactivar les falles del sòcol, provocant la formació d'un anticlinal, amb un radi ampli de curvatura, l'eix del qual estaria situat en una línia que va de Son Bou als plans d'Alaior. Aquesta empenta determina un bloc central sobrelevat, que abastaria les conques compreses entre la 42 i la 56, de drenatge dominant N-S i amb conques intermèdies com la 46, la 48 i la 49. La forma allargassada de les conques, amb un ardoniment que creix cap a la Tramuntana i els majors pendents del sector (Fig. 8.5), fa pensar en una compressió diferen-



Fig. 8.27. A la imatge s'observa com el col·lapse de dolines i la circulació càrstica pels conductes subterranis contribueixen a la formació del barranc de Torrevella, a cala Llucalari, per erosió remuntant des de la mar.

cial; és a dir, ha estat plegada com un acordió lleugerament més tancat pel Migjorn que per Tramuntana. La major pressió exercida sobre la part meridional, hauria provocat línies de debilitat més pròximes, facilitant així la formació de conques estretes, que s'eixamplarien a les zones menys comprimides de Tramuntana. Això també explicaria l'allargament cap a la part meridional de l'illa, que hauria fet un gir dextrògiri, almenys en la seua meitat oriental.

Per altra part, al sector central també s'observen petites conques que a prou penes penetren cap a Tramuntana. La seua xarxa de drenatge, de més a més, presenta alguns afluents paral·lels a la costa i a poca distància de la mar. Aquest fet també es podria interpretar com la formació de petits esglaons semblants als produïts a Son Bou i Sant Tomàs. Possiblement, la mossegada que mostra la costa del sector central de l'illa sigui conseqüència d'un trencament paral·lel a la costa, que ha deixat petits esglaons, que dins d'un espai pla com és la plataforma del Migjorn, hagin estat suficients per a actuar de divisòries de petites conques.

Altrament, el sector oriental abastaria la resta del Migjorn, amb conques de direcció que va girant progressivament des del NW-SE fins a E-W; tanmateix, per les seves característiques es pot entendre que les conques 57, 58 i 59 són de transició.

Tota aquesta activitat tectònica hauria produït un increment del pendent del sector central, que al llarg del Quaternari hauria provocat la reorganització d'una xarxa de drenatge primitiva, que possiblement correspondria a les valls mortes que encara queden al sector central. De més a més, els canvis de nivell de la mar, sobretot a l'estadi 2, haurien produït un

fort encaixament formant-se els canyons centrals. Aquesta idea concorda també amb els experiments fets per Parker (1977) on simula un model de xarxa amb un descens del nivell de base. És un model caracteritzat pel creixement ràpid d'un canal molt llarg de 1er ordre que avança ràpidament cap a la capçalera, al que s'afegeixen després alguns tributaris paral·lels. El resultat n'és una xarxa que creix ràpidament cap a la capçalera, degut a l'increment inicial de pendent provocat pel descens de nivell de base, però la densitat de drenatge final de la xarxa és molt baixa. Aquest model descriu perfectament la xarxa del sector central del Migjorn.

Per altra part, els aqüífers s'haurien adaptat als canvis de nivell de base i això hauria facilitat la reactivació del carst, especialment en moments de descens de la mar. El reblliment dels barrancs s'hauria produït al llarg de l'Holocè —almenys als sectors finals— procés que continua en l'actualitat, ja que no s'observa la formació de terrasses. D'altra banda, l'estabilització recent del nivell de la mar justificaria la formació d'una xarxa menys desenvolupada, que té de referència el nivell 0 m i per aquest motiu no té reblliment a les cales. Serien els barrancs del sector central, com ara les conques 48, 49, però també la 61, 62 i 64 entre altres.

### **Agraïments**

El present estudi ha estat possible gràcies al finançament del projecte d'investigació BTE2002-045552-C03-01 del Ministeri de Ciència i Tecnologia.

## BIBLIOGRAFIA

- BOURROUILH, R. 1983. *Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Balears). La terminaison Nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale*. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España, 99, 672 pp.
- COSTA-CABRAL, M.C. i BURGÉS, S.J. 1994. Digital elevation model networks (DEMON): a model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas, *Water Resources Research*, 30(6): 1681-1692.
- FORNÓS, J. J. 1999. Rebliment holocènic de la vall incisa de Santa Anna, Sud de Menorca (Mediterrània occidental). En: *Gearqueologia i quaternari litoral. Memorial M<sup>a</sup> Pilar Fumanal*, 342-355. Universitat de València, València.
- FORNÓS, J. J.; FUMANAL, M. P.; PONS, G. X; BARÓN, A.; FORNÉS, A.; PARDO, J. E.; RODRÍGUEZ PEREA, A.; ROSSELLÓ, V. M.; SEGURA, F. S. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del Barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- FORNÓS, J. J. i SEGURA, F. S. 2003. El relleno de los fondos de los barrancos del Migjorn de Menorca. En: ROSSELLÓ, V.; FORNÓS, J.J.; GÓMEZ-PUJOL, LL. : *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Soc. Història Natural de les Balears, Mallorca. AGE, Univ. València, 226 pp., cf. pp. 111-123.
- FORNÓS, J. J. i OBRADOR, A. 2003. Geologia de Menorca. En: ROSSELLÓ, V.; FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL. : *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Soc. Història Natural de les Balears, Mallorca. AGE, Univ. València, 226 pp., cf. pp.31-48.
- GARCÍA SENZ, J. M. 1985. *Estudio geomorfológico del karst del Migjorn menorquín*. Tesis de licenciatura. Departamento de Geodinámica Externa e Hidrogeología. Universitat Autònoma de Barcelona, 51 pp. Inèdita.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. En: ROSSELLÓ, V.; FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL.: *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Soc. Història Natural de les Balears, Mallorca. AGE, Univ. València, 226 pp., cf. pp. 39-48.
- GELABERT, B; FORNÓS, J. J.; PARDO, J. E.; ROSSELLÓ, V. M. i SEGURA, F. S. (en premsa). Structural controlled drainage basin development in the South of Menorca Island (Spain). *Geomorphology*.
- GINÉS, J. 2003. El modelado kárstico de Menorca. En: ROSSELLÓ, V.; FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL. : *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Soc. Història Natural de les Balears, Mallorca. AGE, Univ. València, 226 pp., cf. pp. 65-71.
- GREGORY, K. J. i WALLING, D. E. 1983. *Drainage basin: form and processes. A geomorphological approach*. E. Arnold, London, 458 pp.
- JENSON, S.K. i DOMINGUE, J.O. 1988. Extracting topographic structure form digital elevation data for geographical information systems analysis, *Photogrammetric Engin. Remote Sensing*, 54: 1593-1600.
- KNIGHTON, D. 1998. *Fluvial forms and processes. A new perspective*. Arnold, London, 383 pp.
- LANGBEIN, W. B. 1964. Profiles of river of uniform discharge. *United States Geological Survey Professional Paper*, 501 B, 119-122.
- LOEWE, J. J. i WALKER, M. J. C. 1997. *Reconstructing Quaternary environments*. Harlow, Longman, 446 pp.
- LLAMAS, J. 1993. *Hidrología General*. Universidad del País Vasco, 635 pp.
- LÓPEZ-GARCÍA, M.J. i CAMARASA, A.M., 1999. Use of geomorphological units to improve drainage network extraction from a DEM. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 1 (3/4): 187- 195.
- MAESTRO CANO, I.C., PARDO PASCUAL, J.E. i PORRES DE LA HAZA, M.J. 2003. Mejoras en la extracción automática de redes de drenaje aplicando el modelo área-pendiente, en *IX Conferencia Iberoamericana de SIG: De lo local a lo global. Nuevas tecnologías de la información geográfica para el desarrollo*, 15 pp. (llibre electrònic).
- O'CALLAGHAN, J.F. i MARK, D.A. 1984. The extraction of the drainage networks from digital elevation data, *Computer Vision Graphics and Image Processing* 28: 323-44, 1984.
- PARDO PASCUAL, J.E. i PALOMAR VÁZQUEZ, J. 2002. Metodología para la caracterización geomorfológica de los barrancos del sur de Menorca mediante perfiles transversales. *X Congreso de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*, ISBN: 84-87528-47-3. Valladolid, septiembre, 2002.
- PARDO, J.; GARCÍA, F.; FORNÓS, J.; RODRÍGUEZ, A. i CERVERA, T. 1997. Caracterización de los fondos de las calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos, en *Dinámica litoral-interior, Actas del XV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Santiago de Compostela, pp. 191-203
- PARKER, R. S. 1977. *Experimental study of drainage basin evolution and its hydrologic implications*. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, Hydrology Papers, 90.
- QUINN, P.F., BEVEN, K.J., CHEVALLIER, P. i PLANCHON, O. 1991. The prediction of the hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models, *Hydrological Processes*, 5: 59-79.
- RODRÍGUEZ ITURBE, I. i RINALDO, A. 1997. *Fractal river basins. Chance and self-organization*. Cambridge University Press, Cambridge, 547 pp.
- ROSELLÓ, V. M. 2003. Geomorfología general de Menorca. En: ROSSELLÓ, V.; FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL.: *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Soc. Història Natural de les Balears, Mallorca. AGE, Univ. València, 226 pp., cf. pp.49-63.
- ROSELLÓ, V. M.; FORNÓS, J. J.; GELABERT, B.; GIMÉNEZ, J.; GINÉS, J.; PARDO, J. i SEGURA, F. 2002. El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares. *Karst and environment*, 329-335 .
- SEGURA, F. S; PARDO, J. E i SERVERA, J. 1999. Tectònica i karst al Migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. En: *Gearqueologia i quaternari litoral. Memorial M<sup>a</sup> Pilar Fumanal*, 435-446. Universitat de València, València.
- SMITH, D. I. 1975. The problems of limestone dry valleys. Implications of recent work in limestone hydrology. In PEEL, CHISHOLM and HAGGET (eds.): *Processes in physical and human Geography*. University of Bristol, Heineman Educational Books Ltd., 415 pp., cf. pp. 130-147.
- SNOW, R. S. i SLINGERLAND, R. L. 1987. Mathematical modelling of graded river profiles. *Journal of Geology*, 95: 15-33.
- STRAHLER, A. 1981. *Geografía Física*. Ed. Omega, Barcelona, 767 pp.
- TARBOTON, D.G., 1997. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resour. Res.*, 33: 309-319.
- TURCOTTE, R., FORTIN, J.P., ROUSSEAU, A.N., MASSICOTTE, S. i VILLENEUVE, J.P. 2001. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *Journal of Hydrology*, 204: 225-242.
- VOGT, J.V., COLOMBO, R. i BERTOLO, F. 2003. Deriving drainage networks and catchment boundaries: a new methodology combining digital elevation data and environmental characteristics. *Geomorphology*, 53: 281-298.



# CARACTERITZACIÓ MORFOMÈTRICA DEL MIGJORN DE MENORCA

Josep E. Pardo Pascual, M<sup>a</sup> Joaquina Porres de la Haza  
Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria  
Universitat Politècnica de València

## INTRODUCCIÓ

El Migjorn menorquí es caracteritza per una forta homogeneïtat geològica: la pràctica totalitat la formen les calcarenites miocèniques que pertanyen o bé a la Unitat Inferior de Barres (UIB) o a la Unitat Escullosa (UE). Ambdues unitats, com queda explicat als treballs de Fornós i Obrador (2003) i d'Obrador i Pomar (en aquest volum), són materials relativament permeables gràcies, en bona mesura, a l'elevada proporció de diàclasis que els travessen.

La UIB integra una plataforma carbonatada de materials pràcticament subhorizontals o amb una lleugera rostària cap al mar. La comprovada uniformitat geològica contrasta amb la significativa variabilitat geomorfològica que permet trobar des de profunds barrancs encaixats (Trebalúger, Cala en Porter, Algendar, etc.), àrees endorreiques o, fins i tot, arriques a la zona de Son Xoriguer.

L'objectiu del present treball és mostrar i caracteritzar les distintes unitats geomòrfiques del Migjorn. En part, el present estudi es completa amb l'anàlisi de les xarxes de drenatge que es desenvolupa en el capítol anterior. Per a caracteritzar els diferents sectors del Migjorn, ara utilitzarem anàlisis morfomètriques que tenen, com a avantatge fonamental, la possibili-

litat de objectivar les característiques morfològiques del terreny i permeten establir comparacions entre els diferents sectors i amb les formes d'altres indrets.

Per a fer les anàlisis s'ha generat un model digital d'elevacions (MDE) amb un grau de precisió suficient, partint de la cartografia topogràfica de l'illa a escala 1:5.000 (113 fulls), aixecada per al Govern Balear.<sup>1</sup> Resulta de gran importància per a les anàlisis detallades emprar un MDE amb detall suficient i al que s'hagin tingut en consideració totes les dades topogràfiques que permeten caracteritzar el relleu, com ara les corbes de nivell (que equidisten 5 m), els punts de cota (uns 80 punts/km<sup>2</sup>, aproximadament) així com les línies de trencament del relleu (és a dir les línies de drenatge i la línia de costa). La utilització d'aquest enorme volum d'informació topogràfica ha permès configurar un model digital d'elevacions de gran precisió altimètrica i planimètrica, en format *raster*, és a dir, amb dades altimètriques disposades regularment en cada quadrícula de 10 x 10 m, que facilita anàlisis detallades. La utilització de models més grollers pot fer perdre detalls de gran significació o mostrar-ne d'altres que, de fet, no existeixen a la realitat.

Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V. M. (eds.), 2004, *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 157-168.

<sup>1</sup> En el treball de Pardo i Palomar (2003) es descriu amb detall la metodologia emprada per a la construcció del MDE i s'indiquen algunes de les tècniques per a extreure'n la informació geomorfològica.

De la llarga sèrie d'anàlisis possibles si es disposa del MDE, ara focalitzarem l'atenció sobre dos aspectes fonamentals en la caracterització del relleu: la distribució altimètrica (anàlisi hipsomètrica) i les variacions del pendent (anàlisi clinomètrica). El mapa de pendents o clinomètric esdevé especialment suggeridor ja que evidencia trets morfològics difícilment perceptibles mitjançant l'estudi rònc de l'altimetria. Permet, primer, advertir la forta incisió dels barrancs sobre la plataforma i, segonament, l'existència d'una sèrie d'alineacions, subparal·leles a la costa, que després seran descrites en detall.

### CARACTERÍSTIQUES HIPSONÈTRIQUES I CLINOMÈTRIQUES GENERALS DEL MIGJORN

La comarca del Migjorn superficialment ve a ser un poc més de la meitat de l'illa de Menorca i a grans trets acusa una diferenciació clara de la Tramuntana, tant des del punt de vista altitudinal com dels pendents, com demostren els valors morfomètrics de la taula 9.1. Les altituds per tota l'illa són en general baixes: el Toro, amb els seus 361 m, marca la cota més alta.

El Migjorn mostra una orografia globalment menys contrastada que la de la Tramuntana. L'altitud mitjana de la comarca es d'uns 60 m, i les elevacions en general no

estan ni gaire per damunt ni per davall: només al voltant del 20% de l'espai està per davall dels 30 m, encara que sols el 16% supera els 100 m sobre el nivell marí. Tramuntana, per contra, presenta una cota mitjana quelcom major, però, sobretot, una orografia molt més variada com evidencia el percentatge de superfície per damunt dels 100 m (26,37) i per davall dels 30 m (23,97), que supera en ambdós casos les proporcions del Migjorn.

Les diferències clinomètriques entre Migjorn i Tramuntana són encara més expressives: el pendent mitjà de la comarca meridional és de 4,61° mentre que a la septentrional arriba als 9,09°. La gran planitud de les terres del Migjorn pot quedar remarcada amb la dada que un 41% presenta un pendent inferior als 2°; a Tramuntana aquest valor disminueix al 18,31%. Així mateix, la superfície amb pendents elevats (superior de 15°) és de 21,5% a Tramuntana i només del 6,41% al Migjorn. Aquestes dades són coherents amb l'origen de les roques que conformen la regió meridional: es formaren en una plataforma marina soma, amb molt poca rostrària, mentre que la regió septentrional la integren diferents materials molt més antics sotmesos, al esforç orogènic.

Des d'una perspectiva global, per tant, al Migjorn de Menorca predominen, les terres d'alçària mitjana (són especialment abundants les zones de cota entre 40 i 60 m), encara que

	Migjorn	Tramuntana
Superfície (ha)	36.496	32.846
Pendent mitjà (°)	4,61	9,09
Desviació estàndard del pendent	6,59	8,03
Altitud mitjana (m)	62,61	71,50
Desviació estàndard de l'altitud	33,7	48,34
% superfície amb cota > 100 m	16,46	26,37
% superfície amb cota < 30 m	20,60	23,97
% superfície amb pendent > 15°	6,41	21,5
% superfície amb pendent < 2°	41,5	18,31
Cota màxima	156	361

Taula 9.1. Valors morfomètrics mitjans del Migjorn i de Tramuntana.

hi ha una clara variabilitat geogràfica, tant en la distribució de les altituds com, sobretot, dels pendents.

L'observació dels mapes hipsomètrics (Fig. 9.1) i de pendents (Figs. 9.2, 9.3 i 9.7) permet advertir al Migjorn, almenys, tres grans unitats morfoogràfiques que bàsicament coincideixen amb el sector occidental, central i oriental. Aquesta diferenciació esdevé especialment palesa en l'anàlisi dels pendents, que manifesta com a la part central del Migjorn la plataforma miocènica, que per tot es mostra fonamentalment plana (pendents inferiors als 2°), està profundament incidida per tot un seguit de barrancs encaixats abruptament. Algunes característiques morfoogràfiques bàsiques d'aquests tres sectors morfoogràfics es mostren a la taula 9.2.

## EL SECTOR OCCIDENTAL

Correspon a la part més baixa del Migjorn, amb una cota mitjana de 42,89 m, encara que hi ha àmplies zones de cota inferior als 15 m, sobretot a la part sudoccidental i, en menor mesura, al voltant de Ciutadella. La zona nord –punta Nati– s'alça prou més (fins als 110 m). Així mateix, vora el cap Bajolí, també trobam uns alts de fins a 75 m. Orogràficament, però, el tret més significatiu d'aquest sector occidental el constitueix l'esglaó topogràfic que s'aixe-

ca a partir d'una línia imaginària que aniria des de la talaia d'Artrutx fins a punta Nati i que permet accedir a un nivell superior de la plataforma miocènica que serà la que dominarà tot el que s'ha definit com a sector central, amb cotes de 140 m prop de la línia de Mitjania (separació entre Tramuntana i Migjorn).

Els pendents, al contrari de les altituds, resulten summament homogenis i globalment molt baixos: el pendent mitjà és de 2,38° i quasi bé el 60% de la superfície els mostra inferiors a 2°, mentre que no arriba al 1% la superfície amb pendents superiors als 15°. Aquests valors pràcticament es redueixen als espadats litorals.

Un altre tret que caracteritza morfoogràficament la plataforma occidental és l'escassa incisió que hi ha obert la xarxa hidrogràfica que, de fet, morfològicament roman restringida a la prolongació d'algunes cales (canal des Horts a Ciutadella, s'Amarador...). Més encara, en alguns sectors, les línies de drenatge moren en àrees baixes que configuren espais endorreics. El més cridaner de tots és l'àmplia plana de cala en Bosc-Son Xoriguer, de més de 131 ha. Les zones endorreiques són relativament comunes per tot el sector i ocupen el 5,8% de l'àrea total. Moltes d'aquestes depressions tancades són espais quasi bé plans creats pels processos de dissolució càrstica. Les seves formes són molt variades, si bé, la majoria de les depressions més extenses són arrodonides.

	Migjorn	Sector occidental	Sector central	Sector oriental
Pendent mitjà (°)	4,61	2,38	8,87	3,0
Desviació estàndard del pendent	6,59	3,55	8,64	4,04
Altitud mitjana (m)	62,61	42,89	83,25	58,82
Desviació estàndard de l'altitud	33,7	29,91	30,07	26,26
Superfície (ha)	36.496,21	12.390,2	13.750,13	10.355,88
% superfície amb pendent >15°	6,41	0,95	14,74	1,89
% superfície amb pendent <2°	41,5	59,68	18,72	50,11
% superfície amb cota > 100 m	16,46	5,55	35,11	4,75
% superfície amb cota < 30 m	20,61	43,38	6,43	12,21
Cota màxima	156,60	140	156,60	141,79

Taula 9.2. Característiques morfoogràfiques bàsiques del Migjorn i dels tres sectors diferenciats.

## EL SECTOR CENTRAL

Correspon a l'àrea més alta del Migjorn: la seva altitud mitjana és de més de 83 m i només el 6% del seu espai està per davall dels 30 m, que coincideix fonamentalment amb la zona de Son Bou i els fons dels barrancs que s'endinsen amb molt poca cota fins ben endins del Migjorn. L'estil general del relleu segueix la disposició que caldria esperar d'una plataforma d'origen marí adossada a un continent (Tramuntana). De fet, les parts més altes queden vora la Mitjanía (156 m), i s'aprecia una alineació que quasibé travessa tot el sector, amb cotes superiors als 120 m.

Els pendents (Fig. 9.3) també presenten una variabilitat molt forta: les parts altes de la plataforma, poc erosionades, i els fons dels les valls estan dominats per gradients molt baixos mentre que les àrees intermèdies els tenen abruptes. El pendent mitjà, per tant, aquí resulta molt poc expressiu (val la pena fixar-se que

la desviació estàndard hi és ben alta). Per contra, poden considerar-se summament expressius els percentatges de superfície amb pendents inferiors als 2° (18,7%) i superiors als 15° (14,7%), sobretot si es compara amb el que passa als sectors oriental i occidental. És, per tant, la desigual incisió dels barrancs, la responsable de les diferències de pendent.

Així mateix, la proporció d'espais endorreics disminueix aquí significativament respecte al sector occidental, reduint-se fins al 3,5 % del terreny. De més a més, bona part d'aquestes depressions tancades coincideixen amb els fons del barrancs més profunds i, per tant, són de forma allargassada. Aquesta menor proporció d'àrees tancades en la configuració d'aquest sector probablement s'associa amb la major efectivitat dels processos fluvials que han pogut capturar les àrees endorreiques d'origen càrstic preexistents a la plataforma carbonàtica (Segura i Pardo, 2003; Segura *et al.*, en aquest volum).

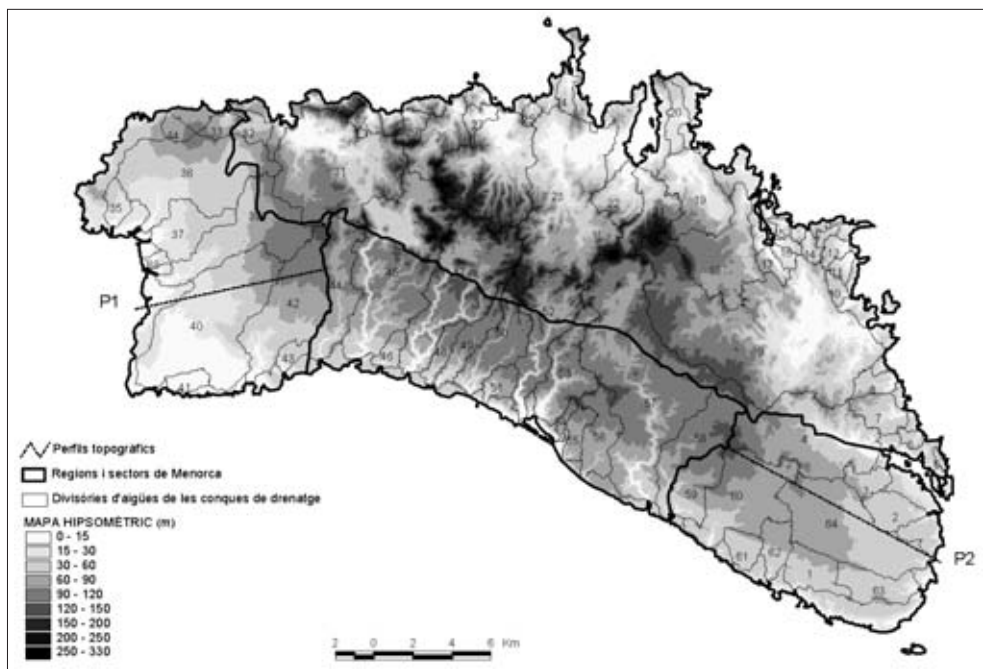


Fig. 9.1. Mapa d'altituds on s'indiquen les conques de drenatge, com també la separació entre la Tramuntana i el Migjorn on es distingeixen les tres regions morfològiques, occidental, central i oriental.

## EFFECTIVITAT DELS PROCESSOS FLUVIALS

La important incisió d'alguns cursos fluvials ha permès que la xarxa s'estengui més enllà del Migjorn, endinsant-se en Tramuntana. Així alguns barrancs, com ara els d'Algendar, de Trebalúger, de Son Boter o de Cala en Porter depassen clarament la Mitjanja. Altres, com el de Santa Anna,<sup>2</sup> Algendaret, de Torrevella, Binigaus, es Bec, només hi penetren lleugerament, mentre que els de Cala Mitjana, Son Bou, Llucalari i Sant Llorenç drenen exclusivament les àrees del Migjorn. Més encara, sembla que els cursos que han aconseguit captar aigües de la zona de Tramuntana han tingut major efectivitat erosiva. Per avaluar-ho, s'ha estudiat la relació existent entre els pendents mitjans i la proporció d'àrea de cada conca que drena el Migjorn. Els pendents mitjans calculats s'han mesurat només dins la zona de Migjorn, obviant la resta de la conca, de manera que es pugui calibrar-hi la major o menor efectivitat en el buidament de cada conca. Els resultats són exposats a la taula 9.3 i figura 9.4.

D'aquests resultats almenys caldria fixar l'atenció en dos fets: per un costat, la majoria dels casos compleixen la norma que, quan augmenta la superfície drenada a la Tramuntana (és a dir, conforme disminueix la proporció d'àrea de Migjorn), els pendents mitjans s'incrementen; per l'altre, que hi ha dues conques en què aquesta norma no es compleix (57 i 58, marcades a la figura 3 amb un cercle). Aquestes dues conques reben una aportació des de Tramuntana del 35,3% i del 10,5% respectivament i acusen pendents mitjans baixos (6,1° i 3,4°). S'ha de dir que, a diferència de les altres conques de Tramuntana, que s'obren en materials d'escassa permeabilitat, aquestes dues drenen rocam calcari, amb graus de permeabilitat semblants als del Migjorn. Probablement caldrà tenir present aquest factor a l'hora d'explicar l'evolució geomorfològica.

2 Com que al mapa apareixen les conques indicades per número, val la pena assenyalar la correspondència dels barrancs més importants: Santa Anna (44), Algendar (45), Cala Mitjana (46), Trebalúger (47), Torrevella (49), Binigaus (50), Son Boter (52), es Bec (53), Son Bou (54), Llucalari (55), Sant Llorenç (56), Cala en Porter (57).

## VARIACIONS MORFOMÈTRIQUES DINS LA ZONA CENTRAL

L'observació del mapa hipsomètric del sector central (Fig. 9.1) permet reconèixer que la disposició general del relleu es correspon amb una plataforma inclinada amb un suau pendent (d'aproximadament 1°) cap a la mar que acaba amb un fort espatat de manera que, de forma general, les majors altures (156 m) estan a la zona de contacte amb la Mitjanja. Açò és bàsicament cert per a la part més occidental de la zona central (sector entre el barranc de Santa Anna i el barranc des Bec) on les característiques de disposició altimètrica i clinomètrica són molt semblants. Des d'aquí cap a llevant (conques 55, 56, 57 i 58), la configuració altimètrica i clinomètrica del sector central canvia significativament: per un costat, les majors altituds (144 m) estan desplaçades

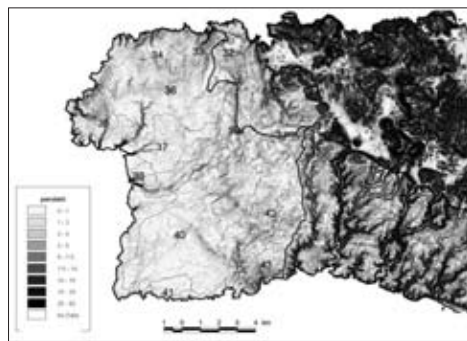


Fig. 9.2. Mapa de pendents (expressat en graus) del sector occidental. S'adverteix la remarcable planitud.

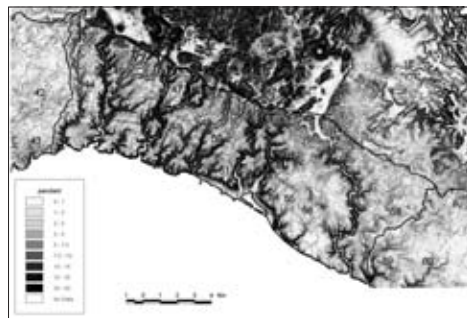


Fig. 9.3. Mapa de pendents de la zona central.

(uns 2,5 km) cap al sud; per l'altre, l'encaixament dels barrancs és prou menys marcat que a la zona occidental, deixant àmplies superfícies planes. A la figura 9.5 se presenta la proporció d'àrees planes –amb pendents inferiors als 2°– a cadascuna de les conques al Migjorn: s'aprecia clarament que, fins a la conca 53 (és a dir les de ponent) la proporció oscil·la entre els 10 i el 20%, mentre que des de la 54, aqueixa proporció augmenta significativament, fins al 40%, cas de la 56.

Aquesta diferenciació entre llevant i ponent dins del sector central esdevé especialment clara quan s'observa la configuració de la costa. A la figura 9.6 es mostra un perfil topogràfic de la costa, mesurant-ne les altituds situades a 100 m de la vora estricta de la mar. En el gràfic, la posició 0 correspon al cap d'Artrutx i el 58.000 enfront de l'illa de l'Aire.

CONCA	Pendent (°)	Std Pendent	% àrea Migjorn
44	6,15	5,99	98,37
45	9,61	9,69	59,20
46	6,22	6,91	100,00
47	13,39	12,08	50,14
48	6,36	6,32	100,00
49	7,20	6,51	94,33
50	8,89	7,78	90,75
51	5,79	4,83	100,00
52	12,26	11,09	51,47
53	9,97	8,38	90,70
54	4,83	5,51	100,00
55	5,19	7,38	100,00
56	3,40	5,03	100,00
57*	6,11	6,39	64,71
58*	3,47	3,41	89,44

Taula 9.3. Relació entre pendent mitjà, desviació estàndard del pendent i proporció de la conca del sector central dins del Migjorn. Les dues conques assenyalades amb asterisc, com es pot apreciar, no segueixen la norma general, ja que la seva part de Tramuntana coincideix amb una litologia fonamentalment calcària.

El perfil topogràfic, per ell mateix, il·lustra prou sobre la significació que els tres sectors distingits tenen per al Migjorn. Si es fixa l'atenció, però, sobre el sector central, també és fàcil advertir-hi tres àrees ben definides:

Sector entre cala Macarella i la desembocadura del barranc de Binigaus (l'àmbit més occidental): s'aprecia la plataforma carbonatada que està més o menys a la mateixa cota (entre 40 i 50 m) i que és segmentada pels distints torrents que la travessen.

Binigaus-Son Bou: una unitat ben definida, ja que hi ha un esglaó topogràfic molt fort, passant a una costa baixa. En realitat, com es pot observar al mapa hipsomètric i al clinomètric (Figs. 9.1 i 9.3), l'espadat continua bàsicament igual, encara que un poc endarrerit uns 500 m cap a l'interior i suggereix una causa tectònica per a explicar l'enfonsament de Son Bou (Segura *et al.*, 1999, Pardo 2003). L'altitud de la plataforma, coincideix, aproximadament, amb el sector Macarella-Binigaus i és clarament distinta de la que apareix més a llevant del barranc de Llucalari.

Llucalari-cales Coves: Es presenta un clar esglaó topogràfic i s'observa com la plataforma s'eleva fins als 70 m pràcticament a la vora del mar, donant lloc als espadats més alts del Migjorn.

Queda clara, per tant, una disposició més o menys homogènia de la plataforma entre el barranc de Santa Anna i el de Llucalari, llevat de l'enfonsament tectònic, en el sector de Binigaus-Son Bou. A partir de la conca de Llucalari, les característiques de la plataforma són significativament diferents: per un costat les màximes elevacions s'avancen al sud de l'ordre dels 2,5 km i, per una altra, els espadats costaners es tornen més elevats. Malgrat aquestes diferències el pendent mitjà de la plataforma en aquesta àrea segueix sent d'aproximadament 1° vessant cap a la mar, a l'igual que a la resta de la plataforma del sector central. Potser sigui interessant destacar que aquest pendent que s'aprecia a tota la plataforma del sector central s'ajusta relativament bé als trobats per Acosta *et al.* (2002) a la plataforma submarina que uneix Mallorca i Menorca que en la seva part meridional –més ampla– té un gradient de 0,76°.

**EL SECTOR ORIENTAL**

L'anàlisi del mapa de pendents (Fig. 9.7) podria donar una falsa impressió que el sector oriental s'assembla a l'occidental ja que, de bell nou, hi predominen de forma clara les àrees planes sobre les zones abruptes, com demostren, tant els valors de pendent mitjà (3°), com que més de la meitat del territori acusi un pendent inferior als 2°. Hi ha, però, una diferència significativa respecte al sector occidental: la major altitud. Tant l'altitud mitjana (58,8 m), com l'escàs percentatge del territori situat per davall dels 30 m s.n.m., (12,2%) ho demostren clarament.

Una altra diferència remarcable respecte a la part occidental és que allà comprovàvem un clar esglaó topogràfic que marca l'ascensió al sector central, mentre que aquí no pot definir-s'hi un únic esglaó. Els perfils topogràfics confrontats a la figura 9.8 mostren una clara diferència entre la disposició del relleu oriental i occidental. Des de les parts més altes –situades a 140 m en el límit amb el sector central– cap a l'est, hi ha una petita davallada coincident amb una plataforma d'uns 3 km, als 90 m s.n.m. Des d'aquí cap a l'est apareix una suau (d'uns 0° 25') i quasi constant davallada que acaba als espadats de quasi 40 m de desnivell immediats al port de Maó.

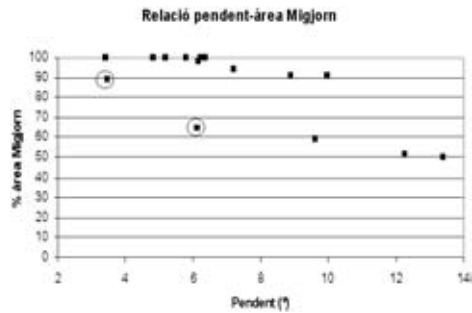


Fig. 9.4. Relació que hi ha entre els pendents mitjans de cada conca del sector central i la proporció de conca que dreña el Migjorn. Les dues conques encerclades funcionen de forma diferent ja que drenen zones calcàries a la part de Tramuntana.

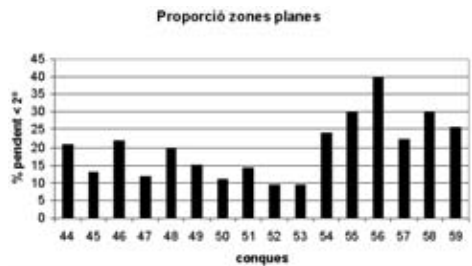


Fig. 9.5. Proporció d'àrees planes –amb menys de 2° de pendent– a cadascuna de les conques estudiades.

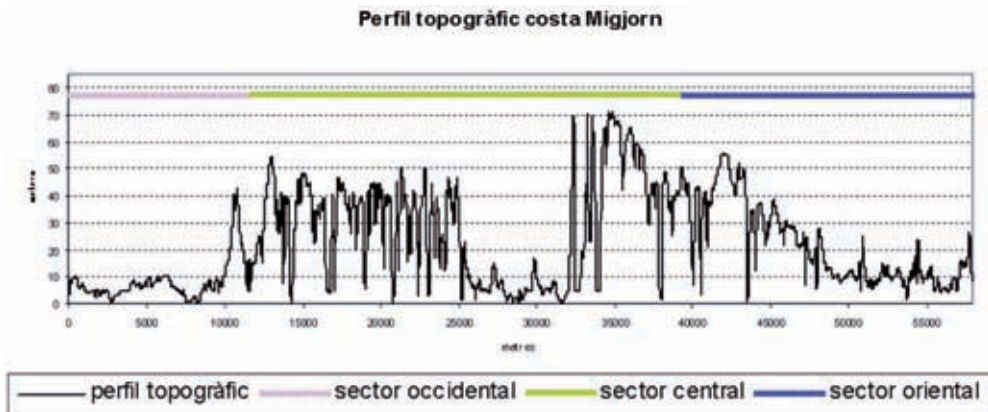


Fig. 9.6. Perfil topogràfic seguint una línia traçada a 100 m de la costa. Permet observar la disposició de la plataforma. La part esquerra del gràfic es correspon amb l'extrem occidental (cap d'Artrutx) mentre que la part dreta amb l'extrem oriental (enfrent de l'illa de l'Aire).

La depressió tectònica generada per la falla que determina el port de Maó i que defineix l'eix de la Mitjania, també imposa una diferenciació respecte als altres sectors. De fet, aquesta depressió justifica la formació, per processos d'erosió remuntant, d'una sèrie de petits barrancs fortament encaixats en la seva part inferior, que no han aconseguit per ara establir una xarxa gaire àmplia. Resulta interessant observar, però, com bona part de la plataforma superior del sector oriental seria drenada per una xarxa amb orientació dominant ENE-WSW, a diferència de la zona central.

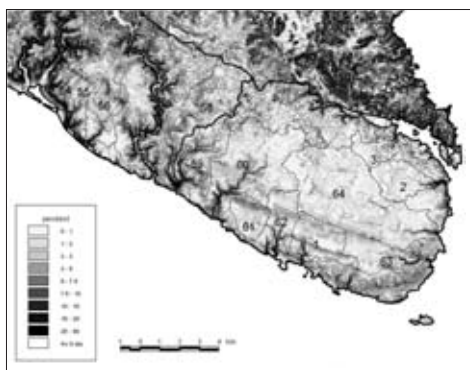


Fig. 9.7. Mapa de pendents del sector oriental del Migjorn menorquí. S'hi adverteix amb gran claredat l'existència d'alineacions topogràfiques subparal·leles a la costa.

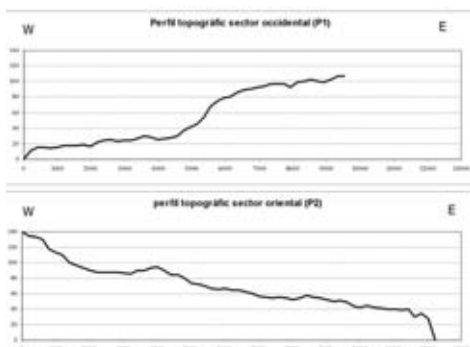


Fig. 9.8. Perfils topogràfics paral·lels a la costa sud del sector occidental i de l'oriental que permeten observar les diferències entre ambdós sectors. La localització dels perfils es mostra a la figura 9.1.

Com s'esdevenia a la zona oriental, en aquest sector la proporció d'àrees endorreiques és important: el 5,6 % de la superfície, la constitueixen depressions tancades. De bell nou, sembla reafirmar-se la idea que aquí els processos d'erosió fluvial han tingut menor significat que a la zona central i, per tant, el paper morfogenètic de la dissolució càrstica hi ha estat més important.

### LES ALINEACIONS SOBRE LA PLATAFORMA MIOCÈNICA

L'anàlisi del mapa de pendents remarca sobre la plataforma miocènica una sèrie de línies de ruptura de pendent, més o menys paral·leles a la costa. A la majoria dels casos, aquestes alineacions no impliquen desnivells altimètrics gaire significatius, rarament una desena de metres. Aquest fet, junt amb l'existència de desnivells molt més espectaculars associats a la forta incisió dels barrancs, en fa la seva percepció no fàcil ni immediata, ja que, a partir de la forma del terreny no es percep tot d'una la relació entre les distintes línies. Únicament a la zona oriental aquestes alineacions esdevenen clarament visibles a partir de l'anàlisi de les formes del relleu. La figura 9.9 és una imatge tridimensional de l'illa de Menorca creada a partir del MDE de 10 x 10 m, vista des del seu extrem sud-oriental, reforçant la representació del relleu amb efectes d'ombregat i tints hipsomètriques.

Com pot advertir-se a la figura 9.9, a l'extrem sud-oriental s'aprecien unes elevacions subparal·leles entre si que es prolonguen cap a l'oest. Aquest és el sector on les alineacions s'aprecien de forma més clara. En alguns casos semblen com esglaons, mentre que en altres pareixen crestes o cavallons que travessen la plataforma. A la figura 9.10 es presenta una altra vista tridimensional presa des de la part nord-occidental que deixa veure alineacions no restringides a la part sud-oriental, sinó que afecten la major part del Migjorn. S'observa, però, que a l'oest del barranc de cala en Porter les alineacions esdevenen prou menys clares i, a més, canvien lleugerament la direcció. A l'extrem occidental de l'illa la direcció de les aline-



Fig. 9.9. Vista 3D de l'illa de Menorca creada a partir del MDE amb resolució de 10 x 10 m. S'hi aprecien amb claredat les dues alineacions amb forma de cresta o cavalló que deixa un solc ben definit entre elles. Les crestes d'aquest sector presenten una disposició esglaonada.

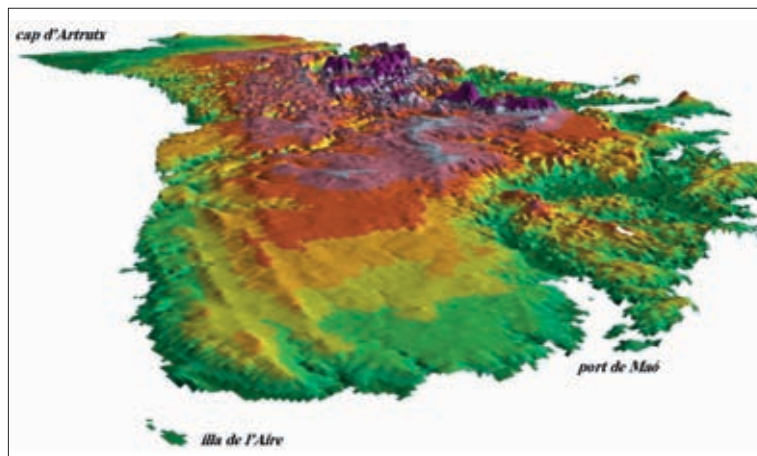
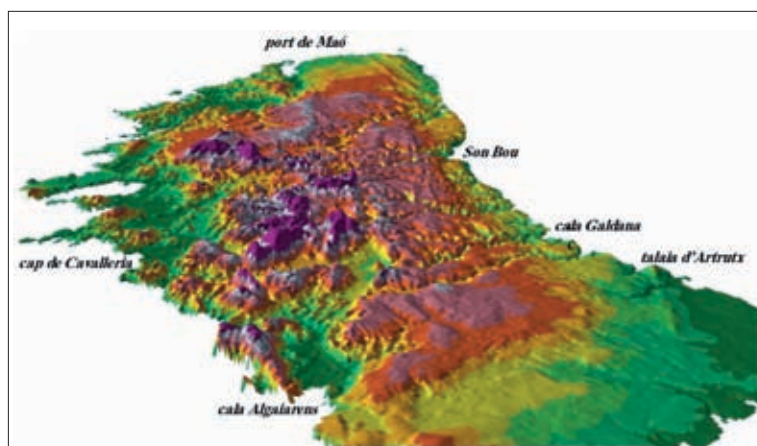


Fig. 9.10. Vista 3D del MDE de Menorca presa des de l'extrem nord-occidental.



acions encara s'incurva més, ajustant-se grollerament a la disposició altimètrica del territori.

Tant l'anàlisi de les vistes 3D mostrades (Figs. 9.9 i 9.10) com del mapa de pendents (Fig. 9.11) permet reconèixer les línies preferents que s'estableixen sobre el sud de Menorca, però no dóna claus suficients per a entendre'n la interrelació.

Malgrat que la visió global de les alineacions, considerades sobre el conjunt de l'illa, és clara, resulta complicat poder seguir una alineació concreta al llarg de tot el territori, molt especialment dins el sector central, a causa de la forta segmentació produïda per la incisió dels barrancs.

Per a tractar de resoldre aquesta dificultat i amb l'objecte de descobrir la disposició i forma d'aquestes alineacions, es va dissenyar una solució que tracta de "reconstruir" el paisatge abans dels processos d'incisió fluvial i de dissolució càrstica. Per tal d'aconseguir-ho es va establir un supòsit de partida: la disposició original del relleu de la plataforma miocènica ha hagut de ser plana, amb pendent molt baix i, per tant, les zones amb pendents forts són el producte dels processos erosius posteriors a la creació de la plataforma original. Per això, si volem reconstruir el relleu anterior als processos erosius fluvials i càrstics, caldrà prendre en consideració només les àrees planes. Ara, no

totes les zones planes poden considerar-se estructurals ja que també s'han pogut formar dins de les depressions i valls, sigui per processos d'al·luvionament, sigui per l'acumulació de les restes de la dissolució. Per a eliminar aquesta possibilitat, es va decidir no utilitzar les àrees planes situades prop de les línies de drenatge, sinó només les que romanguessin lluny dels eixos dels barrancs. Es van localitzar, per tant, tots els polígons amb pendent inferior als 2° i que no estiguessin prop de les línies de drenatge i se'n va determinar el punt central i la cota actual d'aqueix punt. D'aquesta forma es va comptar amb uns 10.000 punts de cota que es correspondrien a zones on els processos d'erosió fluvial i càrstica han estat mínims. Amb aquests 10.000 punts es va generar un nou MDE que reconstruïria el terreny abans de ser erosionat.

A la figura 9.12 es mostra una vista tridimensional del MDE del "paisatge reconstruït",

és a dir de com seria el relleu si els barrancs no haguessin obert les valls i sense que s'haguessin produït les depressions càrstiques. Resulta especialment interessant advertir que la plataforma, fins i tot al sector central, no dona la sensació d'una plana amb rostària més o menys homogènia, sinó que s'observen autèntics esglaons topogràfics que es disposen subparal·lels a l'antiga zona emergida (és a dir als materials premiocènics). Com pot observar-se a la figura, això és especialment evident al sector central on apareix un primer esglaó, a uns dos quilòmetres de l'actual línia de costa, que mostra una clara continuïtat –fins i tot dins el sector oriental– amb un salt de l'ordre de 20 a 30 m. Més cap a l'interior es noten dues alineacions formades per petits turons que s'alcen poc més d'una desena de metres i que, en sentit estricte, no marquen cap esglaó, sinó més bé una línia de crestes molt esmussades. Ja al límit nord del Migjorn, vorejant la Mitjanja, torna

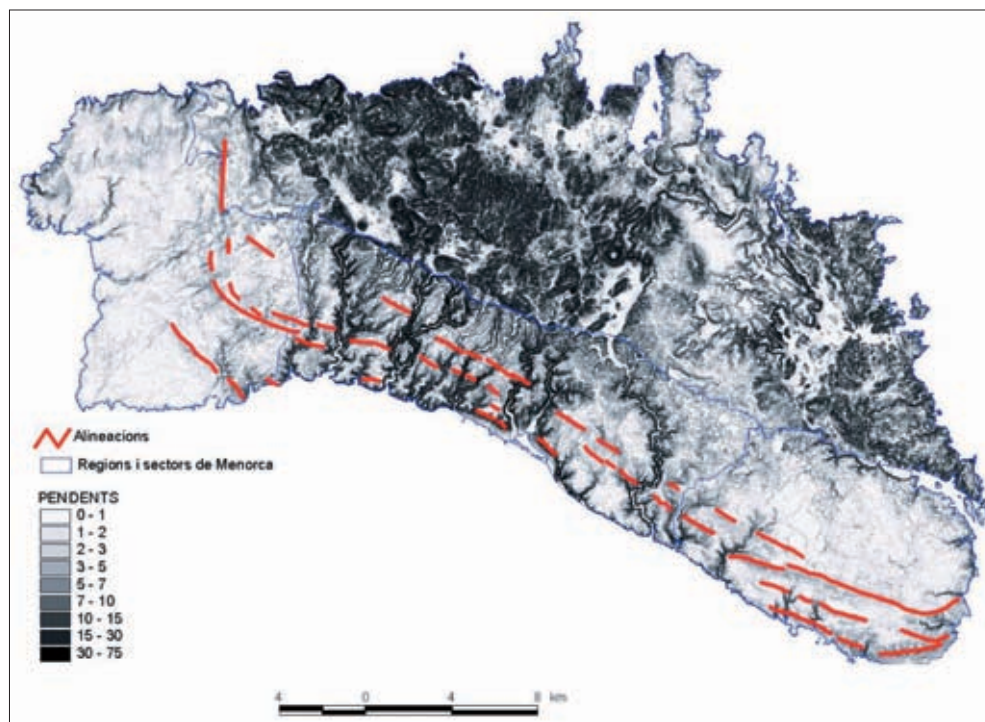


Fig. 9.11. Sobre el mapa de pendents s'ha interpretat la disposició de les distintes alineacions sobre el Migjorn.

Fig. 9.12. Vista 3D del MDE "reconstruït" del que hauria estat el paisatge de la plataforma miocènica abans de ser erosionada pels processos fluvials i càrstics.

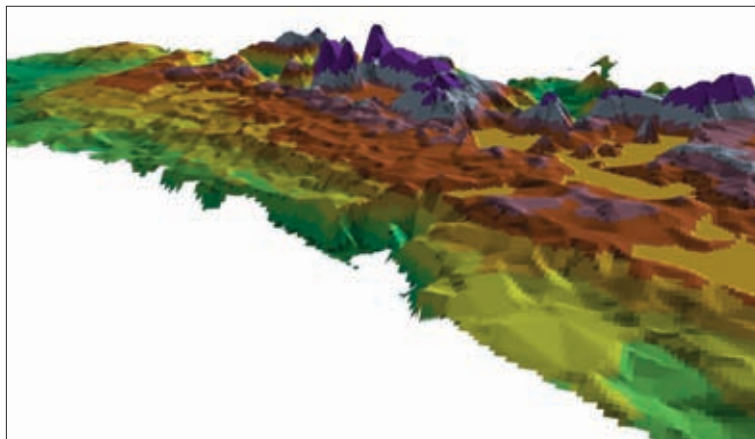
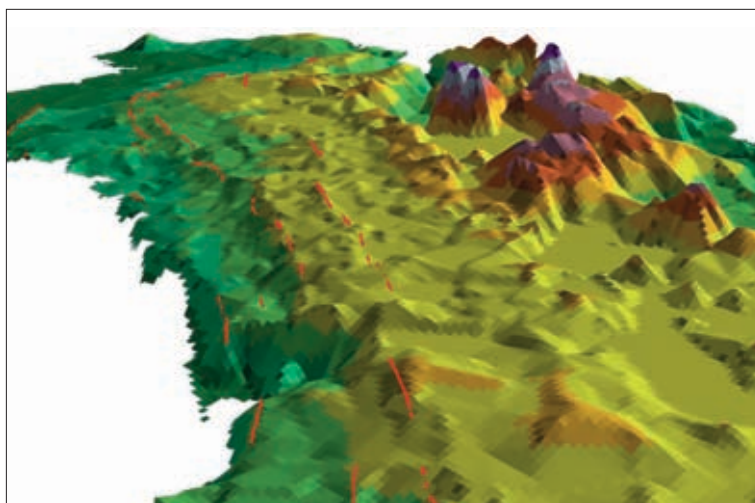


Fig. 9.13. Vista tridimensional del MDE reconstruït on s'aprecia amb especial claredat l'alineació de la Mitjanja.



aparèixer una sèrie de turons, els cims dels quals tenen cotes més o menys idèntiques i que s'alcen quasibé 30 m sobre la plataforma immediata.

A la figura 9.13 es mostra una altra vista tridimensional d'aquest MDE del paisatge reconstruït que permet advertir amb major claredat la disposició alineada dels turons que marquen el límit de la Mitjanja. A sobre s'hi han dibuixat en vermell les alineacions prèviament interpretades a partir del mapa de pendents (Fig. 9.11). És ben clar que hi ha un ajustament molt elevat en la major part dels casos.

Aquestes alineacions descobertes sobre la superfície de la plataforma miocènica del Migjorn probablement es repeteixen sobre la plataforma submergida. Almenys això és el que sembla deduir-se de les observacions fetes per Acosta *et al.* (2002) que trobam a uns 70 m sota el nivell marí, una sèrie de suaus i quasicontínues "barres", les crestes de les quals s'alcen entre 3 i 5 m per damunt del fons i que es disposen pràcticament subparal·leles a l'actual línia de costa. Des de la nostra perspectiva s'estaria parlant del mateix fenomen, que a la zona submergida queda menys contrastat topogràfi-

cament per trobar-se en àmbits deposicionals on els sediments postmiocènics haurien cobert bona part d'aquestes "barres".

Més complex és, però, establir l'origen d'aquests alineacions. Acosta *et al.* (2002) suggereixen que probablement es corresponen amb efectes morfològics de les alteracions del nivell marí. Potser aquest sigui un factor que caldria contemplar amb deteniment, encara que també caldria considerar una desigual resistència dels materials, com rònegament suggereixen les variacions en la morfologia dels perfils transversals (Segura *et al.*, aquest volum) o, fins i tot, que ambdós factors estiguin interrelacionats.

Determinar l'origen d'aquestes alineacions, en realitat, va més enllà dels objectius d'aquest treball, encara que les proves presentades demostrin que el procés evolutiu de la plataforma carbonatada no és senzill. Sembla evident, vista la morfologia del terreny, la significació que han tingut els processos de dissolució dels carbonats i l'acció fluvial, però, tant un com l'altre procés semblen haver-se vist profundament afectats per la tectònica i per les profundes modificacions del nivell marí (que probablement han estat determinants especialment durant les fases en què la plataforma s'anava creant). La morfologia de l'illa i la seva anàlisi morfomètrica ofereixen, per tant, un camp extraordinàriament apassionant, obert als investigadors. Treballs com aquest, només volen marcar fites clares per a interpretar coherentment un paisatge tant valuós com el del Migjorn de Menorca.

## Agraïments

El present estudi ha estat possible gràcies al finançament del projecte d'investigació BTE2002-045552-C03-01 del Ministeri de Ciència i Tecnologia.

## BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, J., CANALS, M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MUÑOZ, A., HERRANZ, P., URGELES, R., PALOMO, C. i CASAMOR, J. L. 2002. The Balearic Promontory geomorphology (Western Mediterranean): morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49: 177-204.
- FORNÓS, J.J. i OBRADOR, A. 2003. Geología de Menorca, en ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca*, Mon. Soc. Hist. Nat. Baleares, 10, Ciutat de Mallorca, AGE, Universitat de València, SHNB, pp. 31-38.
- PARDO PASCUAL, J.E. 2003. La Albufera de Son Bou, en ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca*, Mon. Soc. Hist. Nat. Baleares, 10, Ciutat de Mallorca, AGE, Universitat de València, SHNB, pp. 157-168.
- PARDO PASCUAL, J.E. i PALOMAR VÁZQUEZ, J. 2003. Análisis geomorfológico de áreas cársticas mediante Modelos Digitales del Terreno: el caso de los barrancos del Migjorn de Menorca, en *Proceedings de la 3<sup>a</sup> Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*, tomo 3, pp. 1674-1678, València.
- SEGURA BELTRAN, F. i PARDO PASCUAL, J.E. 2003. Los barrancos del Migjorn de Menorca, en ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, LL. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca*, Mon. Soc. Hist. Nat. Baleares, 10, Ciutat de Mallorca, AGE, Universitat de València, SHNB, pp. 71-86.
- SEGURA BELTRAN, F., PARDO PASCUAL, J.E. i SERVERA NICOLAU, J. (1999). Tectònica i carst al migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou, en *Geoarqueologia i quaternari litoral. Memorial Pilar Fumanal*, pp. 435-446, Universitat de València.

## EL REBLIMENT HOLOCÈNIC DELS BARRANCS DEL MIGJORN

Joan J. Fornós<sup>1</sup> i Francesca Segura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.*

<sup>2</sup> *Departament de Geografia. Universitat de València*

### INTRODUCCIÓ

El Migjorn de Menorca es caracteritza, des d'un punt de vista geomorfològic per un relleu tabular que acaba de forma brusca a la línia de costa amb una sèrie de penya-segats que gairebé sempre superen els 10-20 m i que atenyen la seva màxima expressió a la zona central, tot disminuint progressivament en altura vers les vores oriental i occidental (Rosselló en aquest volum). El condicionant primigeni d'aquest relleu, és la disposició quasi horitzontal dels materials miocènics, el quals presenten una composició calcarenítica i una estratificació molt marcada amb un suau pendent deposicional en direcció a la línia de costa actual. Aquesta litologia pot presentar petites variacions, fruit de la dinàmica sedimentològica dels ambients carbonatats on es van formar (Obrador i Pomar en aquest volum).

Tal vegada, però, la característica que més destaca i afecta la superfície tabular del Migjorn correspon a les incisions produïdes per una sèrie de barrancs que presenten unes característiques geomòrfiques pròpies, des de les capçaleres i trams inicials, avui en dia convertits la majoria en valls seques, fins a la desembocadura, on formen les característiques cales (Rosselló *et al.*, 1997). Els barrancs mostren un fort encai-

xament amb parets quasi verticals tallades en les calcarenites miocèniques i, en el seu tram final, alguns tenen un fons pla, resultat principalment del rebliment per materials fins. En l'actualitat aquestes àrees planes estan tancades a la mar per una restinga amb un sistema platja-duna i espais de maresma o albuferes (Fig. 10.1). Les característiques dels trams finals responen de forma clara a la inundació marina d'una desembocadura fluvial (Penck, 1894)

Tot el conjunt dóna una falsa topografia plana (hem de recordar les profundes incisions dels barrancs que no són fàcilment observables en el paisatge) a la zona del Migjorn, amb una lleugera inclinació cap al sud. El traçat dels torrents, com també la forma final de les cales, mostra clarament els efectes de la tectònica dis tensiva (amb una forta fracturació o diaclasma) i la presència dels fenòmens càrstics (Rosselló *et al.*, 1997). Aquest paisatge migjornenc contrasta amb les capçaleres dels barrancs a la zona de Tramuntana, que presenten relleus suaus i continus modelats sobre els materials pissarrosos i esquistosos del Paleozoic (*Ilosella*), els materials silícis conglomeràtics i gresosos del Triàsic inferior o els carbonatats del Juràssic i Cretaci.

La realització per part del MOPU d'una sèrie de sondatges, per a estudiar aspectes hidrològics del Migjorn de Menorca, va posar de manifest la importància dels rebliments

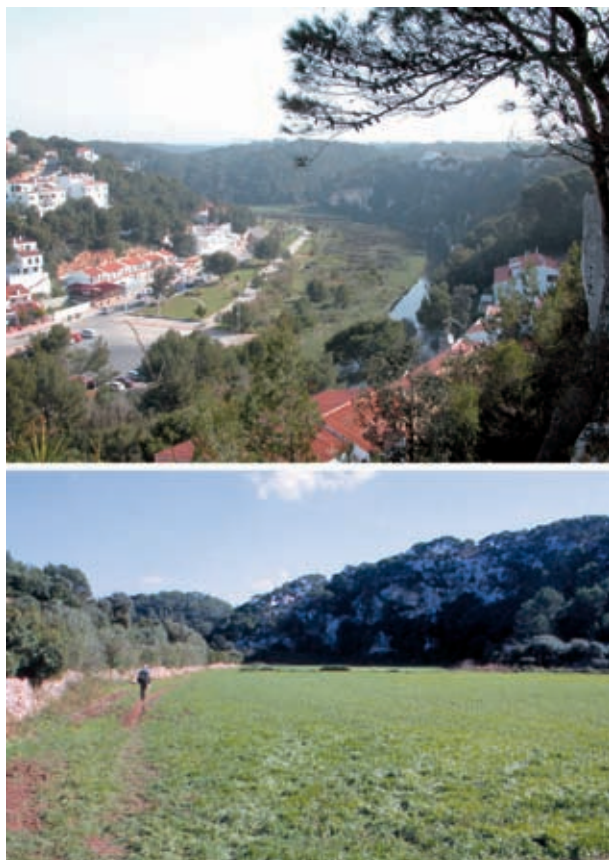


Fig. 10.1. Tram final dels barrancs d'Algendar a cala Galdana (a dalt) i de Trebalúger (a baix) amb el característic fons pla, limitat per parets verticalitzades.

sedimentaris al final d'alguns barrancs i a partir d'aleshores han estat nombrosos els treballs, tant per a avaluar-hi la importància volumètrica i geometria dels rebliments (Pardo *et al.*, 1997), estudiar les variacions paleoambientals durant l'Holocè mitjançant tècniques d'estudis palinològics (Yll *et al.*, 1997; Pérez-Obiol *et al.*, 2001), com per a estudiar-ne la sedimentologia i l'evolució sedimentària (Fornós *et al.*, 1998; Fornós, 1999; Fornós i Segura, 2003).

### ELS BARRANCS AMB REBLIMENT SEDIMENTARI

La tradicional separació del Migjorn en tres sectors (occidental, central i oriental) ens

serveix també per a delimitar les característiques dels barrancs i el seu rebliment sedimentari. Tant a la zona occidental com a l'oriental, els barrancs presenten un recorregut longitudinal que no sol superar el quilòmetre de manera que realment només és apreciable prop de la costa. La incisió d'aquests barrancs, la podem considerar incipient i en ella els trets càrstics sobreposats (valls penjades, dolines, etc.) semblen més evidents que els pròpiament fluvials. A la zona central, però, les característiques són ben diferents. Els barrancs mostren uns traçats fluvials de gran recorregut, de manera que travessen tot el Migjorn i puntualment progressen dins de la Tramuntana. Acusen un fort encaixament i acaben sempre, a la línia de costa, amb la formació d'una cala

de planta circular o el·líptica, encerclada per parets verticals on són especialment abundants (també, en menor mesura, a l'interior dels barrancs) les formes còncaves de probable origen càrstic (Fornós, 2003). La major part d'aquests barrancs que travessen tota la zona central –encara que no tots–, en el seu tram baix presenten un fons extremadament pla d'al·luvió que s'aprima progressivament en direcció a Tramuntana, variant la cota tan sols alguns metres (4-5 m) sobre l'actual nivell de la mar fins a aflorar el basament miocènic a la llera del torrent.

Encara que han estat estudiats tots els torrents, no tots, com hem comentat anteriorment, posseeixen rebliment. Així, els barrancs reblits, tots al sector central, són d'oest a est: el barranc de Santa Anna (cala Macarella), barranc d'Algendar (cala Galdana), barranc de

Trebalúger (cala Trebalúger), barrancs de Son Boter i Son Bou (albufera de Son Bou) i el barranc de Cala en Porter (Fig. 10.2). Els barrancs de Binigaus i de sa Torre, amb un traçat geomòrfic molt similar, a les desembocadures no presenten cap tipus de rebliment que no sigui algun sistema dunar poc desenvolupat o la platja actual. El fet que, tant el de Binigaus com el de sa Torre, siguin els únics que no tenen la seva capçalera localitzada en els materials impermeables de la Tramuntana, fa suposar que l'alimentació és el factor previ fonamental per a aconseguir la incisió suficient, que hauria tingut lloc durant els episodis regressius plistocènics (especialment important durant el darrer estadi glacial). La posterior inundació per un mar en ascens, en el darrer episodi transgressiu holocènic, donaria lloc al desenvolupament d'un medi d'estuari.

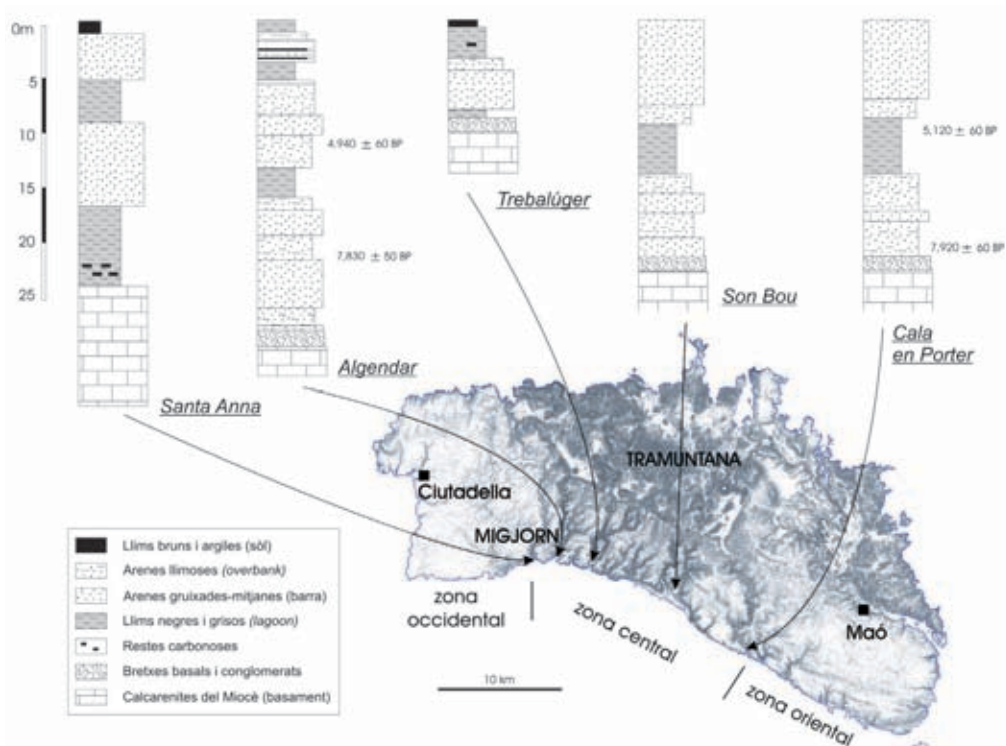


Fig. 10.2. Representació esquemàtica en forma de columnes estratigràfiques dels rebliments sedimentaris dels barrancs del Migjorn de Menorca (modificat de Fornós i Segura, 2003).

### GEOMETRIA I FÀCIES DELS REBLIMENTS SEDIMENTARIS HOLOCÈNICS

La geometria general dels rebliments correspon a una forma de tascó que disminueix progressivament, tant de potència com d'amplada, en direcció a terra. És variable en cadascun dels torrents i obeeix al seu estat d'evolució i desenvolupament. Les anàlisis, tant de sondeigs mecànics amb testimoni continu (Fig. 10.3), com de les diagrafies elèctriques (SEV's) (Pardo *et al.*, 1997), ens han permès avaluar-ne la importància com les diferències respectives.

La màxima profunditat d'encaixament, observada mitjançant les diagrafies elèctriques, ha estat de 50 m a l'endret de la desembocadura, tant a cala Galdana com a cala Macarella i cala Trebalúger. El fet que els sondeigs mecànics només ens indiquin una potència màxima de 31 m en el cas de cala Galdana ens pot fer dubtar dels màxims valors obtinguts, tenint present, de més a més, la problemàtica interpretació deguda a

la intrusió salina en aquesta zona costanera. Malgrat tot, Pardo *et al.* (1997), assumeixen la no alineació dels sondeigs mecànics amb el depocentre dels barrancs i proposen també la possible existència de depressions de tipus càrstic, presents aigües amunt, que donarien rebliments superiors als esperats en un perfil fluvial amb un pendent més o menys uniforme (Fornós *et al.*, 1998). En qualsevol cas la potència dels rebliments disminueix de forma progressiva aigües amunt, duent de forma associada les variacions de les fàcies sedimentàries i de la seva geometria, com s'observa bé en el cas del barranc de Santa Anna i cala Macarella (Fig. 10.4).

Una de les característiques més sorprenents dels materials que constitueixen el rebliment dels trams finals dels barrancs és la presència purament testimonial o manca total de sediments gruixats i d'altres materials que podríem considerar de típic caràcter o origen continental dipositats en medi fluvial, com ara conglomerats amb clasts més o menys rodats o material lutític vermell.

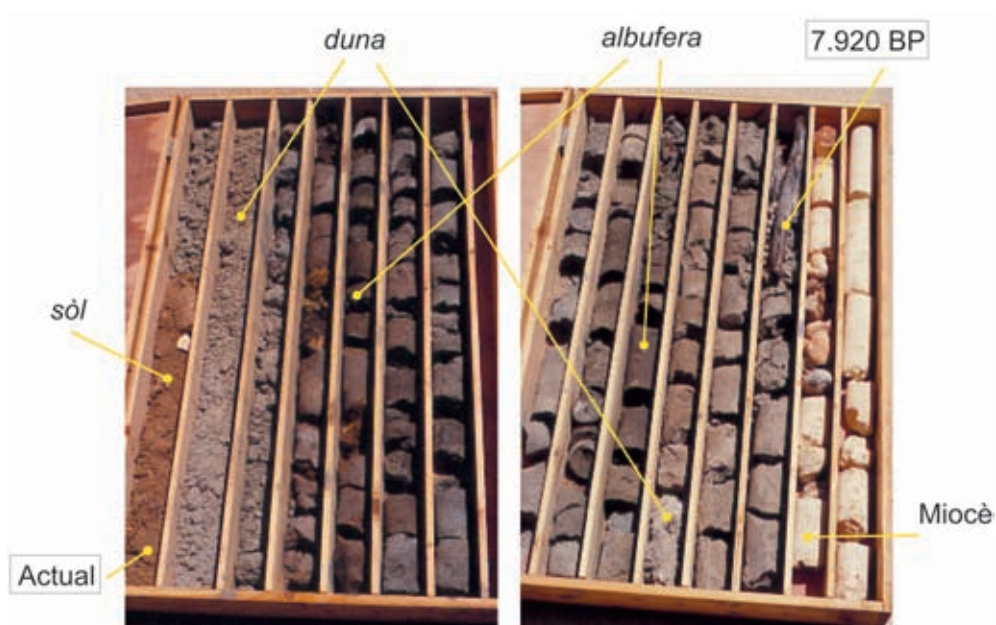


Fig. 10.3. Testimonis corresponents al rebliment holocènic (sondeig CP-19) del barranc de Cala en Porter on es pot veure la variabilitat de fàcies.



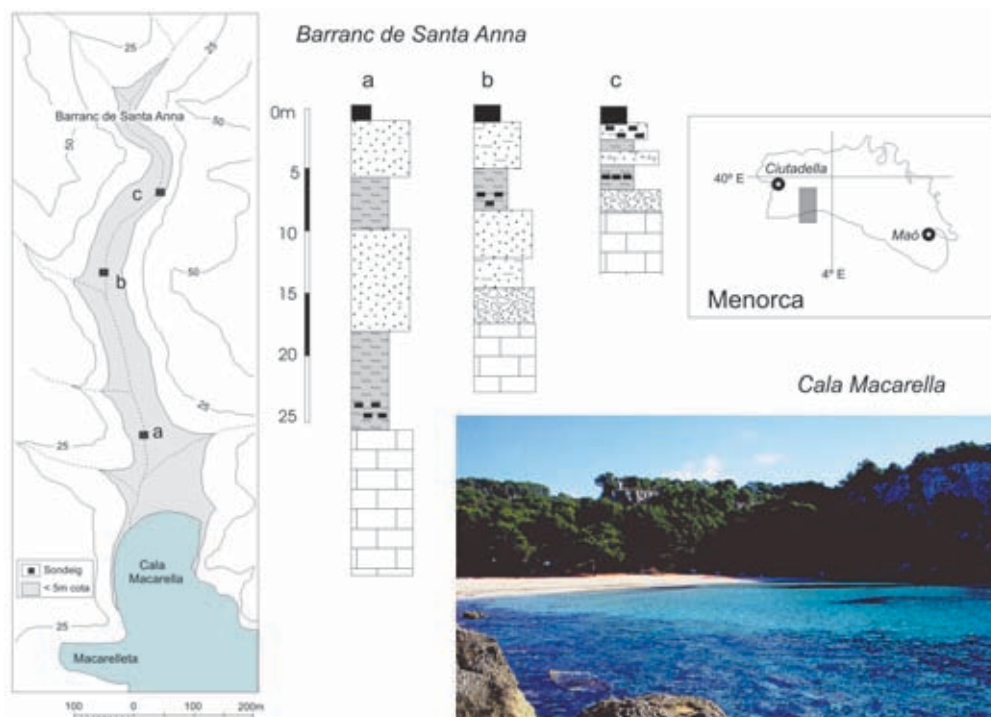


Fig. 10.4. Barranc de Santa Anna a Cala Macarella. Característiques i distribució dels rebliments holocènics (veure llegenda a la Fig. 10.2).

Només al cas del barranc de Trebalúger, és possible veure alguns materials fins vermells l'origen dels quals probablement provingui de l'arrossegament des de Tramuntana. Tan sols a la base de quasi tots els sondatges es troba material gruixat (normalment bretxes) resultant del retreballament del nivell miocènic basal.

Els dipòsits de dins els barrancs presenten una composició textural entre arenosa i lutítica. Consisteixen en una complexa alternança de fàcies amb coloracions blanquinoses o groguenques arenoses i pelítico-arenoses mai no consolidades que s'intercalen amb nivells més obscurs, fins i tot negres, per regla general més lutítics. El conjunt correspon a un medi de transició al que es poden diferenciar diversos subambients litorals de caràcter més obert o tancat en funció de la predominança de la dinàmica marina o continental (Fig. 10.5). El recobriment nor-

mal lutític-arenós de color marronenc s'observa en el punt culminant de tots els sondatges, que correspon en la topografia actual a l'edafogènesi que es produeix sobre qualsevol substrat litològic dels que descriurem a continuació. El basament calcarenític groguenc ben consolidat correspon a la roca d'edat miocènica on estan excavats els barrancs (Obrador *et al.*, 1983), però, de més a més, en tenim una gran varietat de fàcies.

Així podem diferenciar, seguint un gradient de mar cap a terra, els dipòsits que provindrien del sistema platja-duna, és a dir remanegament marí i transport eòlic, que es caracteritza per arenes quasi sempre bioclàstiques, encara que els grans de quars hi són sempre presents en major o menor mesura, amb una textura que va de gruixada a mitjana; aquestes arenes estan molt ben classificades i tenen els grans subarredonits (mostra 19a a la Fig. 10.5). Una fàcies similar,

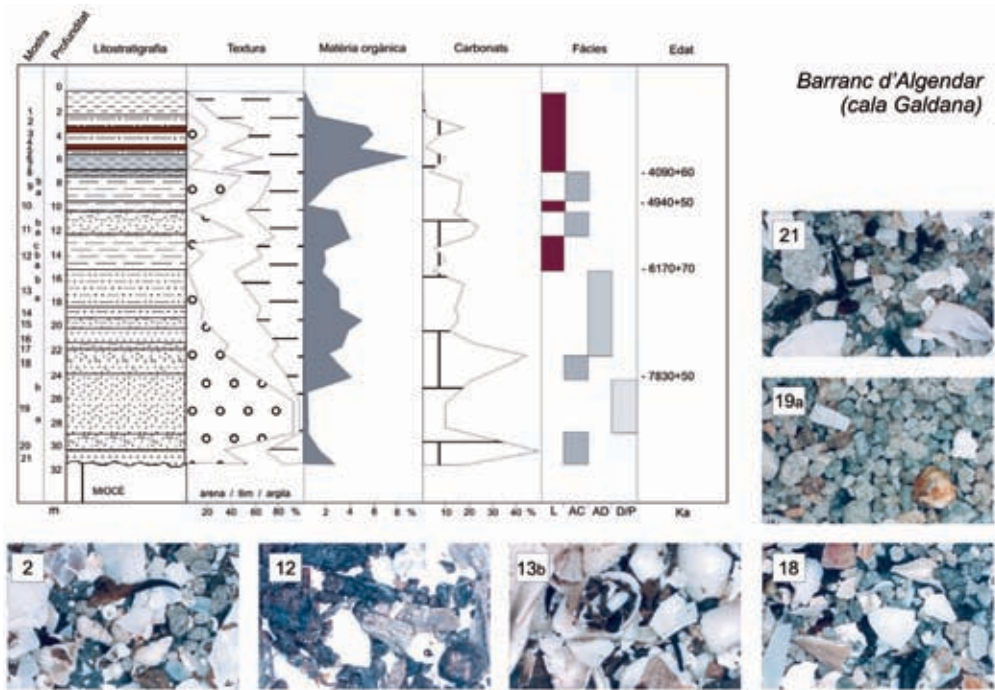


Fig. 10. 5. Característiques sedimentològiques i paleoambientals del reblliment holocènic del barranc d'Algendar. Les fotografies corresponen a la fracció arena de les mostres, mostra 2: llacuna d'albufera amb fauna salobre; m.12: albufera amb restes vegetals i carbó; m. 13b: medi lacustre amb influència marina; m. 18: fàcies mixta albuferenca-marina; m. 19a: arenes arrodonides de platja-duna; m. 21: sediments lacustres d'aigua dolça.

composta per arenes de gra mitjà amb una proporció elevada i variable de la fracció lutítica de coloració més marronosa i que destaca per la mescla de fauna marina i salabrosa, seria indicadora de la presència de ventalls marins intralagunars (*washovers*) o deltes d'inundació (m. 18 a la Fig. 10.5). Finalment, la fàcies més fina és composta en la major part per llims i llims arenosos amb coloracions grises o negres que tenen un elevat contingut de matèria orgànica i restes vegetals i/o carbonoses (m. 12 a la Fig. 10.5) en poca proporció o formant capes d'alguns centímetres. La fauna que contenen correspon a ambients salabrosos típics d'albufera o maresma (m. 2 a la Fig. 10.5), encara que localment s'intercalen nivells fangosos més carbonatats que només inclouen organismes d'aigua dolça (m. 21 a la Fig. 10.5).

## EVOLUCIÓ I SIGNIFICAT AMBIENTAL I PALEOGEOGRÀFIC

La disposició vertical i horitzontal de les fàcies descrites ens permet interpretar, *grosso modo*, dues seqüències de tipus transgressiu, especialment visibles en el cas del barranc de Santa Anna a cala Macarella (Fig. 10.4). Les dues vindrien marcades per la inundació del canal fluvial amb la formació d'una restinga (sistema on predominen les arenes) i la progradació del sistema d'albufera (sistema amb predomini lutític) durant la posterior estabilització del nivell de la mar. La dinàmica fluvial generada pel torrent, hi tindria una incidència més o menys puntual, més important durant la primera seqüència.

Globalment es desprèn de l'anàlisi de tots els sondatges que la superposició de les fàcies

ens indica en l'evolució sedimentària d'aquesta àrea estuarina una tendència, tant en la vertical com en l'horitzontal, vers una situació més restringida i cada vegada menys marina. Com ja hem comentat abans, s'ha de destacar l'escassa participació de la influència detrítica gruixuda d'origen fluvial.

L'edat obtinguda mitjançant l'anàlisi del  $C^{14}$  en mostres tant de sediment com de restes vegetals, dins dels sondatges (Yll *et al.*, 1997; Pérez-Obiol *et al.*, 2001) indica en tots els casos edats dels rebliments, inferiors als 8.000 anys BP. Així, seguint els autors esmentats, l'edat màxima obtinguda ha estat de  $7.920 \pm 60$  BP a cala en Porter, de  $7.830 \pm 50$  BP al barranc d'Algendar o de  $7.430 \pm 75$  ja a cala Galdana. Les edats assignades a la seqüència superior són sempre de menys de 6.000 anys BP.

L'inici de l'evolució sedimentària dels rebliments actuals (<8.000 anys) que rebleixen els barrancs correspon probablement a les etapes regressives glacials plistocèniques (Cuerda, 1989) i, molt especialment, a la darrera, en la qual la davallada del nivell de la mar va superar els 140 m. Això, juntament amb la possible interferència de processos de tipus tectònic

com basculaments (Fornós *et al.*, 2002) o suaus flexions (Gelabert, 2003), va donar lloc, o si més no va reactivar, la incisió dels barrancs per sota el present nivell marí en les zones costaneres del Migjorn de Menorca, a l'igual que a altres bandes de l'arxipèlag balear, on també ha estat posada de manifest (Mateu *et al.*, 2001).

L'encaixament no és uniforme en tot el Migjorn, sinó que es pot veure afavorit, o no, pels condicionants hidrogeològics de l'illa. La màxima incisió es dona on els torrents arriben a capturar els nivells impermeables de la zona de Tramuntana, establint-hi la seva capçalera i incrementant així en gran mesura la possibilitat de cabal superficial. Aquest fet no es dona en el cas que el contacte amb la zona de Tramuntana afecti els materials carbonatats mesozoics. En aquest darrer cas, el drenatge ve condicionat per la dinàmica càrstica subterrània responsable de la poca circulació per correntia superficial, tot eliminant la major part del volum d'aigua en circulació subterrània i disminuint, en conseqüència, la incisió mecànica fluvial dels barrancs.

L'absència de materials d'edat superior als 8.000 anys BP ha de ser deguda a la forta

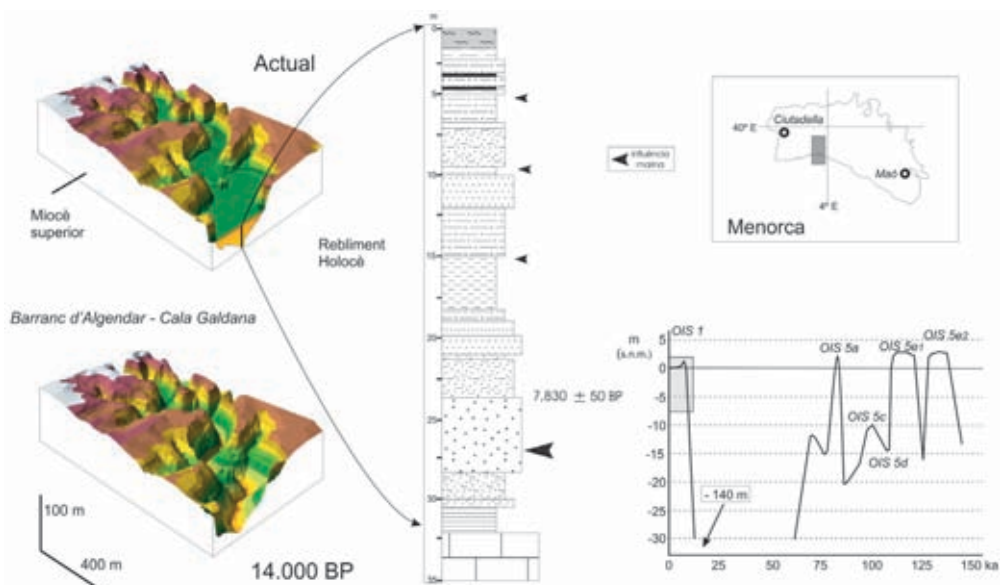


Fig. 10. 6. Model evolutiu del rebliment sedimentari en el cas del barranc d'Algendar relacionant-lo amb l'oscil·lació del nivell de la mar.

regressió marina del darrer estadi glacial just després d'un interglaciari molt similar al actual (Fig. 10.6) que donaria lloc a la reactivació dels processos erosius de tipus fluvial amb el buidatge i rentatge de la possible sedimentació preholocènica. Durant l'Holocè pujaria el nivell de la mar i per tant el nivell de base a una situació similar a la present. Segons Goy *et al.* (1997) el màxim flandrià es produiria al voltant dels 7.000 anys BP. Com a conseqüència, la incisió dels barrancs queda aturada en les parts baixes dels torrents i provoca el reblliment sedimentari fins al nou nivell de base en les zones més properes a la costa. En l'actualitat aquest recobriment sedimentari correspon amb petites diferències, principalment degudes a l'emplaçament estructural com pot ser el cas de Son Bou (Segura *et al.*, 1999), a un sistema platja-duna amb albuferes i maresmes associades que a la línia de costa, amb la delimitació per les parets verticals tallades en les calcarenites miocenes, donen lloc a una cala (Rosselló *et al.*, 1997).

A manera de resum, podem dir que la important incisió esdevinguda durant els episodis regressius plistocènics (que és especialment important durant el darrer estadi glacial) i la seva posterior inundació per un mar en ascens, durant el darrer episodi transgressiu holocènic, dona lloc al desenvolupament d'un medi d'estuari que evoluciona, durant un període d'estabilització del nivell de la mar dels darrers mil·lenis, al reblliment sedimentari per formació i evolució d'una restinga amb els seus submedis associats (platja, duna, albufera) que acabarien per omplir-la. D'aquesta manera hi quedarien enregistrats dins els dipòsits, no tan sols les variacions de salinitat de les seves aigües –fidel reflex de la dualitat d'influències entre el medi marí i el continental–, sinó també, les petites variacions, tant de tipus eustàtic com de tipus climàtic.

### Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la DGI, BTE2002-04552-C03 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

### BIBLIOGRAFIA

- CUERDA, J. 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Institut d'Estudis Balearics. Palma de Mallorca, 304 pp.
- FORNÓS, J.J. 1999. Rebliment holocènic de la vall incisa de Santa Anna, Sud de Menorca (Mediterrània occidental). *Geoarqueologia i Quaternari litoral, Memorial M.P. Fumanal*, 342-355.
- FORNÓS, J.J. i SEGURA, F. 2003. El relleno de los fondos de los barrancos del Migjorn de Menorca. A: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L.L., *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 110-121.
- FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PONS, G.X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PÉREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- FORNÓS, J.J., GELABERT, B., GINÉS, A., GINÉS, J., TUCCIMEI, P. i VESICA, P.L. (2002). Phreatic overgrowths on speleothems: a useful tool in structural geology in littoral karstic landscapes. The example of Eastern Mallorca (Balearic Islands). *Geodinamica Acta*, 15: 113-125.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica del Migjorn de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. A: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L.L., *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 39-48.
- GOY, J.L.; ZAZO, C. i CUERDA, J. 1997. Evolución de la cuencas margino-litorales de la costa de Mallorca (I. Baleares) durante el último y presente interglacial: nivel del mar Holoceno y clima. *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4/5): 455-463.
- MATEU, G., ACOSTA, J., VIÑALS, M.J., MOREIRO, M. i NADAL, G. 2001. The last glacial maximum (18.000-14.000 yr BP) and its micropaleontological, pelaeogeographic and palaeoceanographic register in the Balearic Sea. *33 CIESM Congress*, Montecarlo.
- OBRADOR, A., POMAR, L., RODRÍGUEZ-PÉREA, A. i JURADO, M.J. 1983. Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 18 (2): 87-97.
- PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PÉREA, A., FORNÓS, J.J., GARCÍA, F. i CERVERA, T. 1997. Caracterización de los fondos de las calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos. *Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles (Santiago 15-19 septiembre)*, 1: 191-203.
- PENCK, A. 1894. *Morphologie der Erdoberfläche*. Engelhorn. Stuttgart.
- PÉREZ-OBIOL, R., YLL, E.I., PANTALEÓN-CANO, J. i ROURE, J.M. 2001. Canvis en el paisatge vegetal de les Illes Balears durant el final del Quaternari. *Monografies de la Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 69-89.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E. i RODRÍGUEZ-PÉREA, A. 1997. Elementos morfogenéticos de calas y barrancos del sur de Menorca. Dinámica Litoral Interior. *Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles, Santiago, 15-19 septiembre 1997*, vol. 1: 245-256.
- SEGURA, F., PARDO, J.E. i SERVERA, J. 1999. Tectònica i carst al Migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. A: *Geoarqueologia i Quaternari litoral, Memorial Maria Pilar Fumanal*: 435-446. Universitat de València.
- YLL, E.I., PÉREZ-OBIOL, R., PANTALEÓN-CANO, J. i ROURE, J.M. 1997. Palynological evidence for climatic change and human activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands). *Quaternary Research*, 48: 339-347.

## EL LITORAL (i les cales)

Vicenç M. Rosselló i Verger  
*Departament de Geografia. Universitat de València*

Un periple marítim en sentit antihorari ens permetrà de visitar tot el litoral migjornenc, fer esment de les principals característiques geomorfològiques, avançar-ne una classificació o tipologia i, finalment, poder-ne oferir un o diversos models evolutius.

### L'AVANÇADA DE CAP DE BANYOS<sup>1</sup>

El nostre itinerari comença al sud del cap de Menorca o Bajolí i del pont d'en Gil, on encara aflora el rocam liàsic toarcià, a partir de l'aparició –ja no interrompuda– dels terrenys finimiocènics que ens acompanyaran fins a Maó. Aquesta immediatesa del substrat mesozoic (també en vertical) deu de tenir a veure amb la forta tectonització de la cobertura mesinià-tortoniana, el debilitament de la qual es tradueix en nombroses penetracions marines, en general caletes de dimensió migrada.

La cala “des Racó des Cap de Banyos” o cales Piques (al N d'aquest accident) ja va cridar l'atenció de l'arxiduc Ludwig-Salvator (1890) que n'anotà les dues “canyades” profundes i llargues que s'emboteixen a la plataforma de +15 m, seguint el traçat de fractures

que també justifiquen s'enclotxa des Niu de ses Rates. Tota la costa immediata té un aire de penya-segat viu. Al flanc meridional de la raconada hi ha, de més a més, un eloqüent col·lapse semicircular, es Picadors (Fig. 11.1). El bufador des Cap de Banyos és un espectacular fenomen càrstic en línia amb els col·lapses que tindrem ocasió de ponderar.

El domini de l'entramat de fractures s'accentua a l'altra banda del cap amb una successió de tres cales, ara immergides en la prolifèrant villegiatura que n'ha anorreat el paisatge de la plataforma +15 m. El topònim cala en Forcat no pot ésser més significatiu: en la seva curta penetració de 150 m i una amplada de menys de 40 hi interfereixen quatre o cinc fractures que culminen en la forcadura final remarcada per sengles barrancons (Fig. 11.2). Cala en Brut repeteix l'esquema, però la mar hi entra menys. La més notable és cala en Blanes que fins i tot té una modesta platja a 500 m de mar oberta; la incisió tectònica la segueix un regular torrent de 4 km que ve de ses Truqueries (Tres Alqueries), encaixat a la plataforma +20 m. En conjunt els rumbos de les fractures que marquen aquest segment de costa i l'immediat postpaís s'agrupen en torn

Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V. M. (eds.), 2004, *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 177-200.

<sup>1</sup> Probablement es tracta del cap de Banyols de la cartografia medieval que, per una mala transcripció i lectura, ha creat el fals topònim *Bajolí*, desplaçant-lo cap al nord.

de N 50°E i N 30°W. Els col·lapses senyalen la punta de Cala en Blanes amb insistència, sobretot amb un de molt vistós (es clot d'en Barceló, x = 56917, y = 44282), fenomen que es repeteix del·là de la cala, p.e. a es Enderrossalls. El rerepaís ha davallat un poc a +12 m de mitjana i un vestigi de rasa s'endevina a +7 m.

### DE CIUTADELLA A CAP D'ARTRUTX

Aquest tram litoral que mira cap a Mallorca, té com a característica fonamental el seu penya-segat modest –entre 7 i 15 m– i la presència de tres cales “fluvials”, les més llargues de Menorca, tant si consideram la relació tirat/gola com la de tirat/amplària mitjana. Paga la pena parlar primer de les cales que en aquest cas han tingut un gran paper en la polarització del poblament.

La cala o port de Ciutadella enquadra junt amb la des Degollador una mena de promontori marcat per la tectònica que ha acabat per perfilar el desenvolupament urbà. El port és una vertadera cicatriu fractural, gairebé rectilínia al flanc esquerre de més d'un quilòmetre, que continua en cinc o sis trams d'orientació alternant pel caixer dels canals de Sant Pere i des Horts, que drenarien una conca aproximada de 6 km<sup>2</sup> o molt més si comptam els paleollits. L'encaixament del braç marí, de l'ordre dels 7 o 8 m, és ben notable pel paper que exerceix de redòs nàutic, però esdevé prou més interessant geomòrficament la vora dreta, marcada pels enfonsaments de les cales d'en Busquets i des Freres i d'altres menors. La història natural de la cala d'en Busquets (Fig. 11.3) és molt significativa. Dos paleocanals que provenen de la plataforma de +25 m desembocarien cap al sud amb un pendent del 15 %

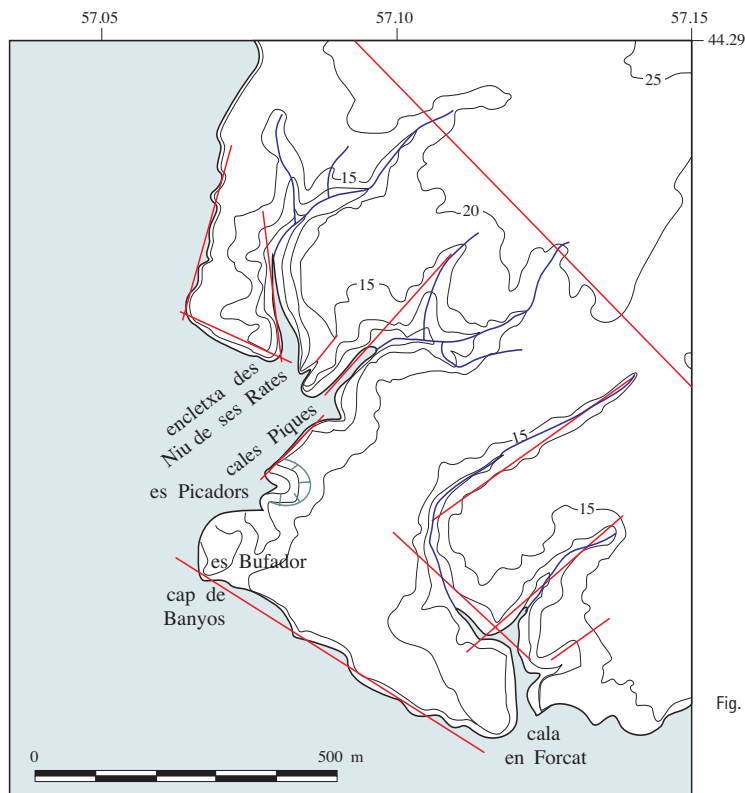
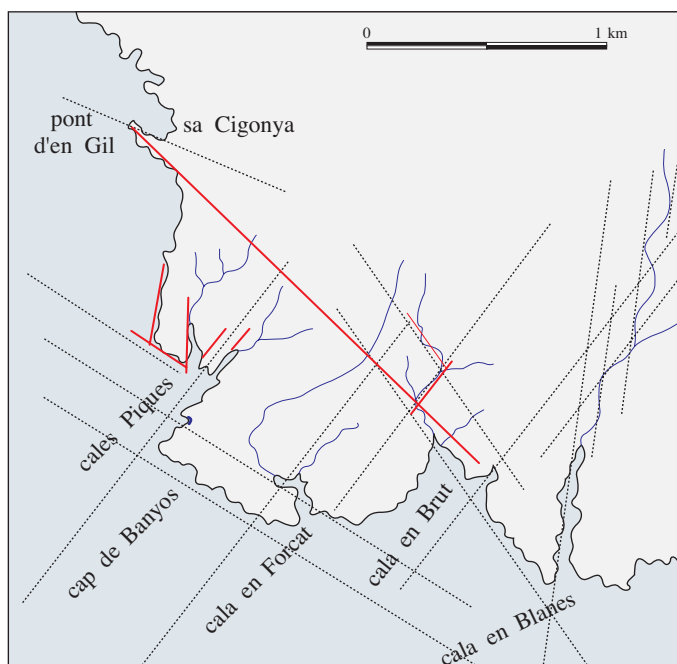


Fig. 11.1. El cap de Banyos i encontorns. La xarxa de petites fractures i la carstificació s'han al·liat amb la penetració marina.

Fig. 11.2. Control tectònic dels accidents litoral i dels barrancs entre es pont d'en Gil i cala en Blanes, segons Llopart, Obrador i Rosell (Enciclopèdia de Menorca, 1981). Les línies vermelles són observacions de l'autor.



en un col·lector NE-SW que *encara* no era la cala de Ciutadella. La davallada del nivell marí (o la pujada del continent) afavoreix l'encaixament. A hores d'ara la migrada correntia va a parar a dues falses dolines que soterradament envien l'aigua esporàdica a la caleta des d'un fons de 4 i 3,5 m s.n.m. La comunicació ara no és visible perquè fou interrompuda fa més d'un segle per la construcció del camí elevat que va a sa Farola, reblint un gran terraplè amb les restes de la murada acabada d'enderrocar. A la cala des Freres mor un altre paleocanal molt semblant als anteriors. Accentuant el modelat càrstic de la cala estructural que és el port de Ciutadella, cal anotar l'existència, a uns 200 m de la gola endins, d'un llombrígol de -10 m obert dins un fons gairebé regular de -6 m.

Cala des Degollador sembla que pren nom de l'illot de +4,5 m que en migparteix l'embocadura i que testifica ensems l'enfonsament càrstic i la penetració marina per ascens relatiu del nivell. Aquesta penetració va aprofitar un aparell fluvial relict de certa executòria ja que arranca de Son Morell (6 km al N) i ara roman fossilitzat al canal Salat -fins fa poc límit urbà-

i sa Coma, la confluència de la qual és a +2 m. Com que la ingressió marina és menys notable, hem de pensar que l'enfonsament aquí ha estat més mòdic, encara que la plataforma es manté a altituds semblants a la de Ciutadella. El marès (calcarenita o eolianita?) de les vores fou extret en forma de "cantons blancs" que al final del segle XIX anaven a raure a Alger per a les obres dels picapedrers emigrats.

L'altra fluvial és cala Santandria que es perllonga per un barranc encaixat de fons pla i marjalós molt llarg i amb una regular conca no funcional. El curs axial mor en una platgeta d'arena a 500 m de la boca. Per la vora dreta hi aboquen dos barranquets, un molt curt, i la caleta d'en Gorries que repeteix l'esquema de dolina col·lapsada i/o envaïda per la mar. Les línies de debilitat o fractures de curt abast no hi manquen. Cala Blanca, encara que té una notable endinsada, sembla una altra cosa perquè la seva culassa d'arena amb prou feines connecta amb un enfonsament càrstic -subsidiència?- o amb traces molt evanescents d'un paleocanal. L'arena calcària que li dona nom ha acumulat vora es Pinaret alguna forma dunar sobre el marès holocènic.



Fig. 11.3. Croquis geomorfològic del port de Ciutadella. A les cales des Freres i d'en Busquets hi afluïen tres paleocanals que van ser interromputs pel camí de sa Farola, construït fa un segle i mig. La vella capital presideix el conjunt des d'un còmode replà a + 18-20 m.

L'humil espadat està dominat per un *karren* litoral, molt eficaç en l'erosió a escala detallada, però que no desfà la impressió de fractura imposada tectònicament. Els clots o enfonsaments provocats/aprofitats per l'erosió marina es reiteren amb dimensions decamètriques (clot de sa Cera, cala Fetge, ambdós costats del cap de sa Paret, racons de ses Bardisses, cala Aixada, es Sac de Blat...). Cala d'en Basto, però, sembla un encreuament de fractures on ha romàs suspès un estrany paleocanal que "corre" paral·lel a la costa en sentit S-N. Justament aquí, a la seva capçalera, la plataforma s'alça a més de 30 m s.n.m., contribuint a empinar el tallserrat amb 10 o 15 m a plom. La insinuada cresta escullosa, que arriba a la cota de 38 m a Son Olivaret, deu

ser responsable d'ambdós fets. Abunden les rases discontinües i els testimonis d'antics nivells marins mals de sistematitzar. Bourrouilh en senyala dins la mateixa cala de Ciutadella, a la punta des Gegant (punta Prima, es Terradets, un bufador?). Ponts, petites enfonsades, soscavament intens (temporals durs del SW) es polaritzen en sectors molt afectats com es castellet de Cala Santandria, immediatament al S del marès del racó des ses Avellanes. Arribant al cap d'Artrutx (Fig. 11.4), tornam a la plataforma dels 10-12 m, amb un front oest poc articulat, una faixa de *Spitzkarren*, pinacles o 'rellar' molt estès (vegeu el capítol de Gómez-Pujol i Fornós en aquest volum) i una rasa a +3,5 m, amb nombroses marmites i mòsses.



### DEL CAP A LA TALAIA D'ARTRUTX

Es tracta d'una costa més articulada en aquests 7 km, primer per la reiteració d'afonaments o captures càrstiques, després per influjos tectònics, cada vegada més evidents. La cala d'en Bosc era un indret geomòrficament molt cridaner perquè connectava amb un recolze d'una depressió càrstica, ara convertida en marina fondejable i que és accessible per un canal artificial vers el sud. Tot el paisatge immediat és absolutament infestat d'urbanitzacions, però encara hi podem albirar un ample paleocanal per Son Xoriguer Vell i un estrany caixer paral·lel excavat de mà humana (?) que degué obrar-se per a drenar els encontorns de sa Talaia–So na Parets (572300 / 44212); l'aigua dolça encara sembla escolar-se per sota l'arena de la platja en una descàrrega mantinguda; a la vora ponentina de la cala aflora el marès a 4 o 5 m s.n.m.

El microespatat de 3 o 4 m segueix un bon tram de costa, l'accident més destacat de la qual és l'òval de les platges de Son Xoriguer i So na Parets que té 400 m d'eix. La punta de sa Guarda, que el tanca per ponent, mostra una coberta eòlica. Més enllà abunden els esculls –intensa erosió mecànica i química– i es repeteixen els dolços. Cala Parejals entraria perfectament en el model de dolina enfonsada.

Entre punta Prima i Son Vell, el carst se superposa a la fracturació que, a mesura que s'alça el microespatat (més de 5 m) cada cop s'evidencia més, p.e. als dos flancs de la gran recalada de Son Saura. Cala de Son Vell, amb una platgeta de còdols, té l'aire d'un cul-de-sac de cala fluvial. L'endinsada de Son Saura agombla dos arenals amb marès actual als dos costats i una punteta de més antic que la migparteix (Bourrouilh, 1983). Una *foredune* a cada platja deixa a l'interior un planter de dunes parabòliques mòbils i fixes (Servera, 1997). Hi afluïx des del nord –sa Marjal Vella– un regular canal (es Prat) aigualós que calgué drenar amb una síquia de devers 1,5 km. Correspon a una conca de 4 o 5 km<sup>2</sup>, tot i que un avenc funcional en mediatitza la capçalera. Darrere la platja encara resta un petit aiguamoll ramificat.

La península del cap des Governador, amb dunes (Rosell i Gómez-Gras, 1989), ja abasta els 8 m d'altitud, com a peanya del tascó de sa talaia d'Artrutx, però s'interposa la cala des Talaier que no és un cala, sinó una múltiple interferència de diàclasis que aprofiten l'esglaó d'estratificació. No té torrent i el seu esquifit model es repeteix en els dos *racons* immediats de l'E, dins el buc elevat de sa Talaia. L'espatat, acompanyat al principi d'una rasa o esglaó supralitoral, s'alça ràpidament fins a atènyer els 30 m a plom, coincidint amb l'eix

Fig. 11.4. Cap d'Artrutx i la costa immediata amb un gran desenvolupament del lapiaz litoral.



del puget de sa talaia d'Artrutx (63 m). Els tectonicistes hi han de dir la seva, però l'eix de la prominència s'avé amb l'extrem de la barracresta litològica D i el conjunt té una certa dissimetria (més empinat per llevant) remarcada per uns escalons estratigràfics més oberts a l'oest i amb una curvatura còncava que suggereix un anticlinal buidat (Fig. 6.8).

### LES BELLES CALES ALTES

La implicació del relleu calcari amb una hidrologia peculiar i el joc de penetració i regressió del nivell marí té la manifestació més vistosa en la mitja dotzena llarga de cales que ara estudiarem i que van ser precisament el primer objectiu de la nostra recerca, allò que ens va portar més endavant a considerar tot el Migjorn. Aquestes cales s'obrin totes dins el tram central de costa corresponent al bloc que els geòlegs solen presentar com a elevat tectònicament.

Cala en Turqueta és una estructura domina-

da per un accident lineal N 15° W que encarrila no solament el barranc principal, sinó també alguns segments dels penya-segats mitjans que tanquen l'endinsada; en canvi, el front marí i alguns barranquets tributaris s'orienten N 60° E; un d'ells ha captat un escapoló de conca de l'esquerra que, tot i això, és ben esquifida. El caràcter tectònic de la cala roman confirmat per la 'transversalitat' de la majoria de valletes afluentes i per la seva rostària: la isohipsa de 5 m no depassa els 300 m de penetració, cosa que indica que el rebliment –a diferència del que veurem en altres– no ha contribuït gaire en escurçar la cala que ara té uns 370 o potser 390 m, després dels temporals del 2001 (Fig. 11.5). Un fontinyol feia més atractiva una de les cales més apreciades dels ciutadellencs. El marès holocènic aflora a la part de dins, però ha estat beneficiat –des de mar– en pedreres al peu de les timbes (es Maressos de sa Marjal, +15 m, i d'Alparico). A la punta d'en Gall on el tallerrat s'enfila a 50 m, els jaciments d'eolianita poden trobar-se a +40 m (Bourrouilh, 1983).

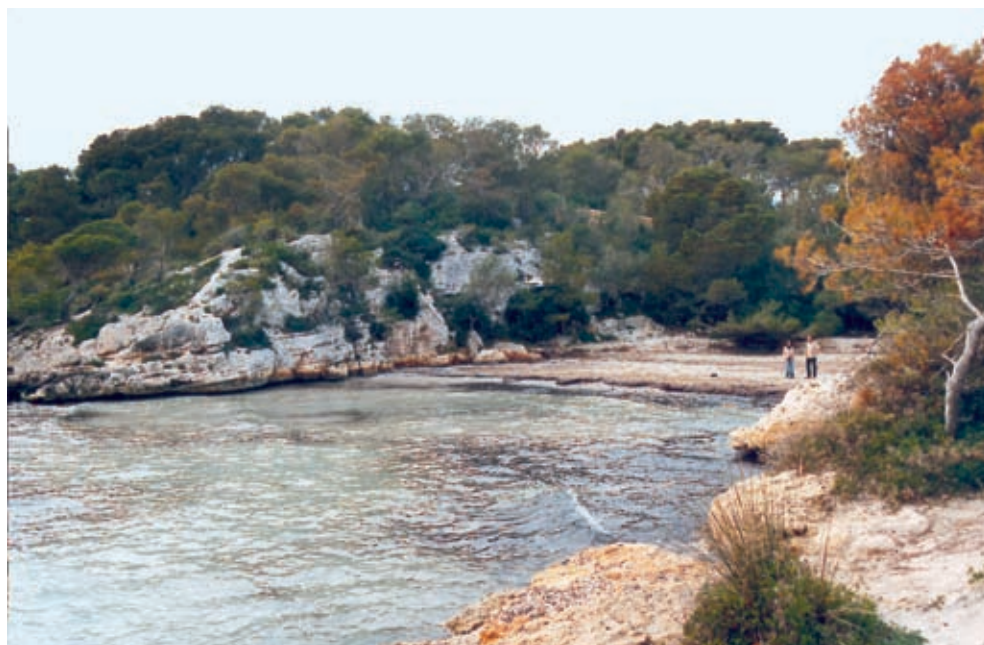
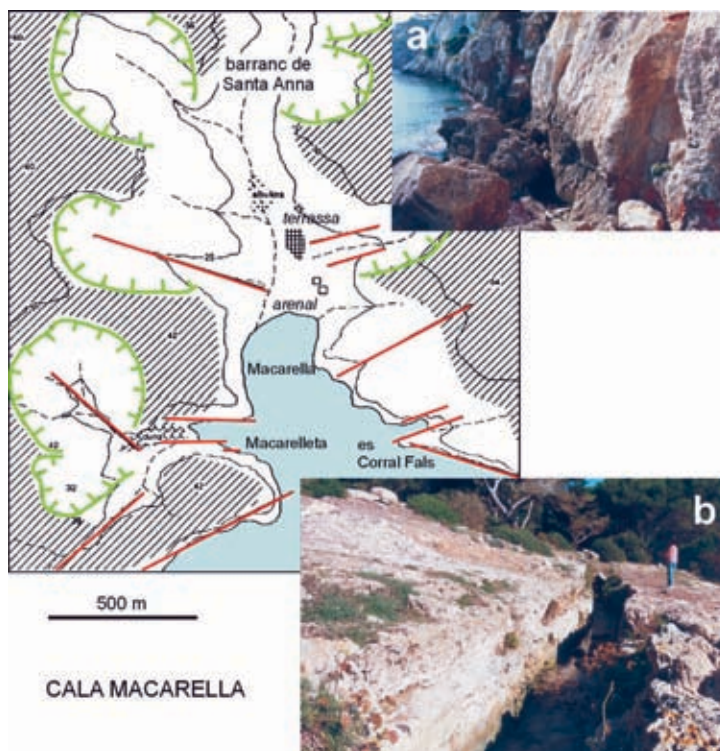


Fig. 11.5. Cala en Turqueta. Vista de la platja, desproveïda d'arena, després dels temporals del 2001 (foto 18.03.02). Noti's, també, el lleuger cabussament de la laminació del rocam miocènic.

Fig. 11.6. Cala Macarella i Macarelleta. Principals trets morfològics càrstics i fluviomarins. La trama obliqua correspon a la superfície de la plataforma miocènica; les rectes vermelles són fractures o línies de debilitat i les corbes verdes, dolines desbocades. a) El costat dret de cala Macarella és resultat de diverses fractures. Al rocam del penya-segat hom pot observar la ranura o balma d'un nivell més alt que l'actual. b) Trinxera artificial sobre la eolianita que segella dues marmites obertes a la roca miocènica (1.12.1996).



El penya-segat de falla, amb coves sospeses (p.e. sa cova des Dos Pisos a la punta d'en Gall), es manté fins a cala Macarella on l'espectacle càrstico-marí es desenvolupa amb tot l'esplendor, tot i que el cabussament del rocam miocènic (5 %) vers la mar rebaixi les vores que limiten l'endinsada (Fig. 11.6a). Les línies de fractura més o menys transversals influeixen ostentament emmarcant la penetració, no sols de la cala gran que té una gola de 200 m, sinó també de les filials Macarelleta i es corral Fals, i de passadissos com el canal de Macarelleta i el que s'hi enfronta. Això no vol dir que oblidem el modelat càrstic, responsable d'una uvala ben conservada –sa coma des Tarongers– de 45-22 m i 40-31 m de fondària, que s'aboca a Macarelleta i quatre dolines més (d'uns 250 m de diàmetre) que han estat esmitjades pel barranc de Santa Anna (Fig. 11.6). L'enfonçament també ha contribuït a la gènesi des corral Fals. Totes les depressions càrstiques

s'han obert a la superfície lleugerament rosta dels 60-40 m, limitada per espadats marins prou empinat. Les culasses de Macarella i Macarelleta, com també els fons immediats, són formats d'arena calcària biodetrítica. L'arenal principal, d'uns 13.000 m<sup>2</sup>, tanca un espai humit indecís –hort en alguna època– drenat artificialment per la vora dreta, tallant justament les eolianites pliocèniques que fossilitzen marmites anteriors obertes al rocam tortonià a +1,5 m (Fig. 11.6b). No descartam que hom pretengués facilitar l'aiguada als vaixells. Un detall important és l'acumulació dunar mòbil que s'endinsa al passadís de Macarelleta i grimpa vers la dolina. Alguns esglaons laterals a 3 o 4 m s.n.m. poden ser terrasses marines, coincidint aproximadament amb balmes ben visibles. A banda del marès recent de les cales, al penya-segat des Bèrecs de Santa Anna que assoleix els 40 m, hi ha un nivell penjat de marès pliocènic, devers +30 m i nombroses coves d'origen marí.

A la cala Galdana –la més coneguda i també la més desgraciada per la intrusió turística– desemboca un *riu* o corrent estable d'un gran interès ecològic i geomòrfic. Les successives formes còncaves subratllades pel corrent meandritzant deuen correspondre en última instància a enfonsaments càrstics, bé que el caixer del barranc d'Algendar, amunt de la font dels Eucaliptus, obeeixi a fractures escandaloses, com també les línies de la façana marítima dels morros de Ponent i Llevant, del penyal Vermell, etc.; la gola entre els dos morros (Fig. 11.7) té 355 m (Fornós *et al.*, 1998). El paper dels col·lapses (Rosselló *et al.*, 2002) és palès, tant al litoral extern com al curs del barranc. Hi corres-



Fig. 11.7. Cala Galdana. Principals trets geomorfològics i bloc diagrama. Les formes fluvials còncaves, subratllades pel corrent meandritzant estable –es Riu–, són enfonsaments càrstics que adesiara es combinen amb fractures, sobretot a la costa oberta. S'indica el curs antic del riu, que ara talla la península del Mirador. Vegeu perfil del sondatge S-21 i evolució holocènica del rebliment a la figura 10.6 (Fornós i Segura en aquest volum).

pon el racó d'en Rost –que ha afonat una dolina des Bèrecs i ha deixat un barranquet penjat–, es racó des Mart, semicircular (120 m de diàmetre) i ben prop una mena de xemeneia (Fig. 12.5b) –avenc destapat?– que travessa l'espadat, la raconada dels horts Vermells té l'aire d'un *cockpit* i encara la badia actual a llevant de la illa des Mirador o s'Ermità. En es penyal Vermell, mar a fora, la fractura coincideix amb dues o tres dolines de col·lapse, el desenvolupament de les quals ha estat afavorit per conductes endocàrstics horitzontals (veure Fornós, cap. 12 d'aquest llibre). Detalls erosius asimilables a rases o terrasses afecten alguns trams de la cala, inclosa la illa-península des Mirador; no hi manquen alguns jaciments tirrenians (Cuerda, Sacares i Mercadal, 1966). A la vora ponentina també hi ha pegats d'eolianita pliocènica.

El curs fluvial desembocava abans de 1956 (Morey *et al.*, 1988) pel nord de la illa i el traçat pretransgressiu aniria a besar l'espadat dels Vells Marins abans de sortir a mar oberta. Aigua amunt la isohipsa 0 m penetra fins a 500 m endins per darrere la restinga consolidada, adossada a un dels promontoris de l'esquerra. Dellà de la restinga s'ha congriat un espai albuferenc d'uns 700 m de tirat que continua després en terrasses holocèniques antropitzades a un nivell de 0,5-1 m, que segueixen barranc amunt amb escassíssim gradient. Tot aquest espai és marcat per falsos meandres no funcionals. La platja estricta s'acumula a la vora de llevant al peu d'un cingle còncav d'uns 40 m de salt que té l'aire de *cockpit* o *torca*. El solc del barranc d'Algendar degué projectar-se a uns –15 m en època regressiva; altrament els *cockpits* travessats –o aprofitats– (Fig. 11.7) poden explicar l'extraordinària gruixa del sediment holocènica que hom hi ha perforat. El rebliment per efecte de l'ascens marí és la nota dominant, resultat d'un ritme intensíssim de 2,2 mm/any.

La història d'aquest bell indret ha pogut aclarir-se amb sondejos mecànics i elèctrics (Pardo *et al.*, 1997) i datacions absolutes del conjunt dels quals es dedueix una incisió màxima propera als –32 m durant un màxim glacial, combinada amb la presència, tal volta anterior, de *cockpits* que el corrent fluvial va

trobar o en fou capturat. La pujada holocènica del nivell marí va establir un règim de cala profunda que tindria el seu exponent més clar devers els -15 m (7.000 BP ca) i aniria reblint-se amb sediments marins –no mai fluvials– o albuferencs. El que tenim ara és un residu de cala, reduïda gairebé a un dels espais circulars col·lapsats finals.

Sa Baldrítxa Encantada és un rudiment de cala on s'aboca un barranquet d'un esquifit quilòmetre quadrat de conca virtual, però molt rostrat; és ben possible que el col·lapse hi haja contribuït: ens trobam al costat d'un tram litoral que s'anomena *s'Enfonsat* de Binissaid. Cala Mitjana respon a un esquema fluvial-tectònic on participa el barranc homònim d'uns quants quilòmetres de llarg que "recull" una sèrie d'estranyes afluent a lineats tots d'E a W (seguint fractures) com s'esdevé amb les grans línies de la cala encaixada a la plataforma de

+40 m. Les tres inflexions corresponen a les línies de debilitat al·ludides i una arriba a formar una subcala mig arrecerada per una península. Hi ha diverses coves i al fons de la cala un jaciment de marès. Llevant enllà, a 300 m, s'obrin en un encreuament de falles, la raconada des Pont de n'Aleix i la cridanera Olleta de Trebalúger, típic col·lapse càrstic amb un barranc penjat que hi aboca per la dreta.

Després de l'altre col·lapse típic de ses Pedrissades –amb barranquet inclòs– i una faixa adossada d'eolianita, arribam a la cala de Trebalúger, que durant l'ascens marí flandrià degué ser la més gran de Menorca; una pujada actual d'un metre del nivell marí faria penetrar l'aigua salada fins a 1.450 m, en comptes dels 300 reals. A hores d'ara romanen indicis del prat a una distància d'un quilòmetre en línia recta des de la mar, ran de l'aiguabarreig dels barrancs de Trebalúger i de sa Cova. La



Fig. 11.8. a) Cala Trebalúger. La platja vista des de l'oest. El canal queda ocult pel penyal de primer terme (31.10.1996); b) Últim revolt del canal, vist des de l'espadat (31.10.1996); c) Cala Escorxada o Corcada. Duna viva que s'enfila a 30 m, a la vora esquerra (3.11.1996).



Fig. 11.9. a) Penya-segat i platja de Binigaus. Hom hi pot veure la inestabilitat del talús amb moviments de massa recents i, fins i tot, fragments acabats de desprendre, sobre l'arena (3.11.1996); b) Escull o illa de Biniquadrell, residu de l'avançada litoral que segueix cap a Atàlitx; c) Vora marina de Sant Tomàs-Biniquadrell. Restes de terrassa flandriana: còdols rodats i sòl negre incipient (3.11.1996).

planta de l'aparell fluviomari, ara reblit, té un estil predominantment càrstic tropical, ja que s'hi imposen els grans fondals (desenvolupats sobre línies de fractura més o menys NE-SW) buidats a expenses del planell miocènic de 60-50 m. De la mitja dotzena de dolines col·lapsades o *cockpits* de diàmetre hectomètric, dues o tres són responsables de la disposició ondulant del barranc-cala, però la més ben conservada és la de ponent, embut amb el fons gairebé tancat a 47 m s.n.m. i un portell petit remarcat per la isohipsa de 50 m. La baixada würmiana anterior del nivell marí devia haver-hi provocat l'abarrancament i buidatge de les valletes tributàries.

El mecanisme de rebliment ara és condicionat per una massissa restinga, boscada i tot, enganxada al promontori 55 m de la seva esquerra i que roman a 120 m de la platja d'arena. Al darrere s'hi estén una albufera residual dins la qual serpenteja el canal funcional que manté la cota 0 fins davant la casa des Horts de Trebalúger. Els "meandres" albuferencs segueixen ondulant dins la terrassa holocènica-antròpica dels horts, articulant dos regulars aiguamolls o basses a la part més interna. La gola del barranc es tanca i obri alternativament pels temporals a la part occidental de la platja, en contacte amb el rocam calcarí perforat de coves i amb un avenc xapat pel mig.

Els indicis de variació del nivell marí hi abunden. A la vora dreta s'aprecia una rasa o un escaló erosiu a +6 m (sobre una cova semioval) i algun rastre d'eolianita. A la vora esquerra, els detalls es multipliquen i diversifiquen. Dellà del torrentó que ve de l'E, M.P. Fumanal va identificar una balma prou marcada a +1,8 m? i una rasa a +1,5 m obrada sobre eolianita molt carstificada, de vegades interestratificada amb col·luvions i platja amb *Cerastoderma*. És un jaciment complex on apunten dunes gris i roja i els llims rojos s'hi poden interposar, cosa que fa pensar en etapes pliocèniques (terrassa tirreniana, Mercadal, 1959) i holocènica. Cap a mar oberta encara hi ha una plataforma de vermèdids que deu ser actual. Un nivell de rasa més alt sembla córrer a +5 m. Cal fer notar, a part, la presència de dunes vives, empeses pels vents de migjorn i alimentades des de la platja, contra el coster de la boca de la gran dolina, a l'altra part de l'albufereta. L'arena la botà i grimpa, malgrat la clapa de pins, fins als 35 m. (Fig. 11.8).

Els dos flancs de l'embocadura de 300 m d'ampla –còdols des Dàtils i Morro de Llevant– tenen un aire rectilini i angular de fractura que arredossen un fons que no arriba als –8 m. Cap a llevant un tram de costa d'un quilòmetre de llargària adopta un traçat recte, tot i els seus detalls càrstics i d'esbaldregament, per arribar a una parella de cales que integren un conjunt –les últimes de les altes–, cala Fustam i cala Escorxada. Ambdues tenen uns barrancs angulars que les continuen per una regular conca, marcada –sobretot la segona– per una successió de fractures en ziga-zaga que en senyalen l'entramat a la plataforma +45-60 m. El model de barranc inundat s'acompanya a cala Fustam de detalls interessants. A la part dreta hi ha una mena de túnel o coveta paral·lela a la vorera, gairebé a nivell de mar, i clares mostres del paper de la disjunció vertical, a part d'un col·lapse-xemeneia. Una duna fòssil de color rosat (similar a la de Trebalúger) descansa sobre un petit gruix de *terra rossa*, més amunt que les covetes, que evoca un paleocarst intramiocènic; també s'hi pot veure una rasa o terrassa; a la vora esquerra crida l'atenció un gran bloc lateral esnulsiat. Cala Escorxada o

*Corcada* (atenció a aquesta connotació “càrstica”) sobreposa l'efecte de les fractures amb una probable dolina que explica una amplària proporcionalment major; la regolfada de llevant abriga més arena i, a part de la presència de marès, la duna hi puja a +30 m (Fig. 11.8c) per la vora esquerra; també apunta un indicatiu de rasa a +0,5 m.

## LA DEPRESSIÓ O SEMIGRABEN DE BINIGAUSSON BOU

Crída l'atenció d'antuvi l'alineació constant WNW-ESE (exactament N 55°W) que pren la costa, ara baixa, al llarg de 6 km molt característics, que semblen correspondre a una depressió o ‘mitja fossa’ que n'ha submergit l'orla litoral: alguns caps, esculls i illots en mostren els vestigis amb una amplària de 300 o 350 m.

La mòdica avançada de ses Salines que amb prou feines culmina als 50 m, ha estat molt atacada per l'abarrancament i el buidatge càrstic. A partir des Enderrossalls el rocam finimiocènic apareix de colors bigarrats i estratificació poc marcada, al temps que dóna lloc a un espadat que pot arribar als 10 o 15 m, afectat –com denota el topònim– de molts enfonsaments i solsidecs, combinades amb covetes d'erosió a nivell d'una platja (Fig. 11.9 a i b) que es va eixamplant cap a l'E.

La platja de Binigaus-Biniquadrell al principi –passada la gola eventual del barranc– té a rereguarda una paleoplatja d'arenas rosades massives, recoberta per la duna actual que s'apropa grimpant als +8 m. La gola, encara que tancada habitualment, deu permetre amb temporals del tercer quadrant un eficaç *washover*, testimoni per la penetració del sediment marí i una efimera albufereta. Les coses es compliquen un poc més enllà amb la presència superposada d'un con col·luvial de bretxa rogenca, platja fòssil i eolianita; en un punt concret, sobre la platja amb bivalves i sota la duna fòssil hi ha un còdol vermell triàsic amb la característica forma esmussada del desgastament marí. Més prop de l'altra desembocadura destaca una terrassa de remanegament fluviomarí, probablement flandriana, a +1,2 m amb una matriu are-

nosa més groga que la platja actual més grisenc (Fig. 11.9c). Altrament cal remarcar l'abundància de còdols –marins?—d'uns 15 cm de diàmetre o més, que han estat arplegats a les parets que limiten els camps conreats. Les illetes, els illots o la gairebé península de Biniquadrell, s'estira 300 m mar endins, com a testimoni de la plataforma enfonsada que abastaria una amplària doble; l'erosió marina recent se n'ha emportat bona part, però la fita dels illots i de punta Atàlitx amb la rasa submergida acaben per confirmar-ho.

La punta Negra és una altra romanalla que separa la platja de Sant Tomàs, elevant-se uns

quants metres. A mesura que progressam cap a llevant augmenta la impressió d'una costa aixecada (després d'un enfonsament longitudinal) perquè no hi ha cales ni rebliment marí que hi penetri i el front de la plataforma de +50-40 m presenta unes estranyes indentacions que, carst a banda, podrien haver estat marines. La meitat oriental de Sant Tomàs té un cert desenvolupament de dunes vives i a l'enfront, 250 m mar endins, l'escull d'en Salat repeteix una mostra del retrocés erosiu de la plataforma rebaixada. El canal d'Atàlitx, que neix a una dolina, i s'encaixa prou, mor escampat a +12 m en un cridaner raiguer realçat entre la punta



Fig. 11.10. a) Costa de sa Bardissa i na Redona, prop d'Atàlitx. Pedreres de marès, esculls i fractures E-W; b) Sa mina Nova, canal artificial de sortida del prat de Son Bou, que travessa el marès.



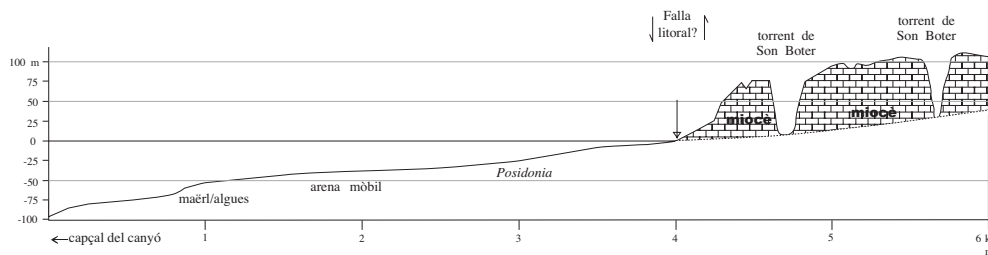


Fig. 11.11. Perfil quasimeridià des del lloc de Santa Victòria a Atàlitx i 4 km mar endins, en direcció a la capçalera del canyó de Menorca (segons dades de l'Institut Espanyol de Oceanografia i el Mapa Topogràfic a 1/5.000). Hom pot verificar un pendent general (6 km) del 33,3‰, de 22,5‰ a la part submergida i 55,0‰, terra endins. La falla litoral separa els dos àmbits.

d'Atàlitx i na Redona. El postpaís de ses Terres Noves també presenta una elevació diferencial (tectònica?). La costa des racó de sa Cova, sa Bardissa i na Redona, abundant de pedreres de marès, està marcada per insistents fractures curtes E-W (Fig. 11.10a). El racó des Cavall pot correspondre a una semidolina. Abans de l'última avançada, travessam sa mina Nova, canal artificial excavat el segle passat per a drenar el prat de Son Bou (Fig. 11.10b). Cercant la interpretació genètica d'aquest espai, he traçat un perfil (Fig. 11.11) des de Santa Victòria (a més de 100 m s.n.m.) a la costa d'Atàlitx i 4 km mar endins en direcció a la capçalera del canyó submarí de Menorca. El pendent calculat en total és del 33,3 ‰, mentre que la part submergida només dóna 22,5 ‰ contra la continental (2 km), 55 ‰. Ara, el trencament més clar s'esdevé amb la falla litoral –a 200 o 250 m. Una mena de replà, per contra, arriba a uns 500 m de la costa, amb afloraments de roca lliures de sediment i posidònia (Acosta *et al.*, 1992).

Des de na Redona fins a ses Casotes s'estira l'arenal de Son Bou, la corresponent restinga dunar i l'extens *prat* o albufera relict de 7,3 km<sup>2</sup>. El front interior coincideix amb el salt de la plataforma de més de 50 a 20 m o menys, que pot comparar-se a d'altres espadats que hem vist més a ponent i veurem més a llevant. El límit exterior del bloc enfonsat deu córrer a uns 200 m de la costa, a judicar pels afloraments rocallosos sotaiguats, però soms (Segura, Pardo i Servera, 1999) i la supervivència de l'escull de sa Galera (Fig. 11.12). Sobre el bloc enfonsat s'ha edificat una restinga de

2,7 km de llarg, malgrat que la plataforma submarina és molt estreta (4,5 km) i relativament rosta. Caracteritzen la restinga un sistema dunar més ben desenvolupat al sector occidental on depassa els 5 m s.n.m. A la part central hi afloren materials consolidats, d'arena cimentada per una matriu rogenca, que són idèntics als del raiguer envoltant i als de Sant Tomàs. A l'indret de ses Casotes –extrem oriental de la restinga– hi ha restes marines quaternàries i platges fòssils a uns +2 m, superposades a la Unitat de Barres tortoniana, pel que sembla eutirrenianes i neotirrenianes (Mercadal *et al.*, 1970). Per darrere d'aquest jaciment, a uns +7 m, hi ha la basílica paleocristiana –que respon del topònim sa Canessia o ses Canessies– ara gairebé a punt de ser engolida per l'onatge com ho hauria estat un sospitós poblat fronterer sotaiguat (Mascaró, 1954).

El Prat conserva uns espais centrals més profunds (Malfraig i es prat Fondo), però la correntia ara es dirigeix cap a ponent per a desembocar per les mines Vella i Nova, tallades a la calcoarenita en successives empreses de bonificació entre els segles XVIII i XX. Aquests treballs, que modificarien menys el paisatge que la desafortada urbanització actual, tingueren el darrer episodi en la implantació de l'arrossar entre els anys 1946 i 1962. La gola primitiva (o una de tantes), en canvi, sembla que s'obria a la part oriental (molt prop d'un espai reblit artificialment els 1980') i hauria obstruït el moviment de les dunes, cosa que fa pensar en llur caràcter recent. L'alimentació del Prat prové dels ullals i aqüífers difusos de les vores que hi des-

carreguen, sense oblidar fonts, com la de sa Vall, que arribaren a propulsar diversos molins. Finalment cal remarcar que la prolongació de l'espai amfibi per la part del NW, o sia els barrancs de Son Boter i des Bec, és la relíquia de dues cales marines que durant el flandrià o

abans –quan no existia ni la restinga ni l'albufera– devien penetrar prop d'un quilòmetre (Segura, *et al.*, 1999). El rebliment degué coincidir amb la formació de la restinga, de la qual no podem excloure algun alçament neotectònic diferencial de la Unitat de Barres (Fig. 11.13).

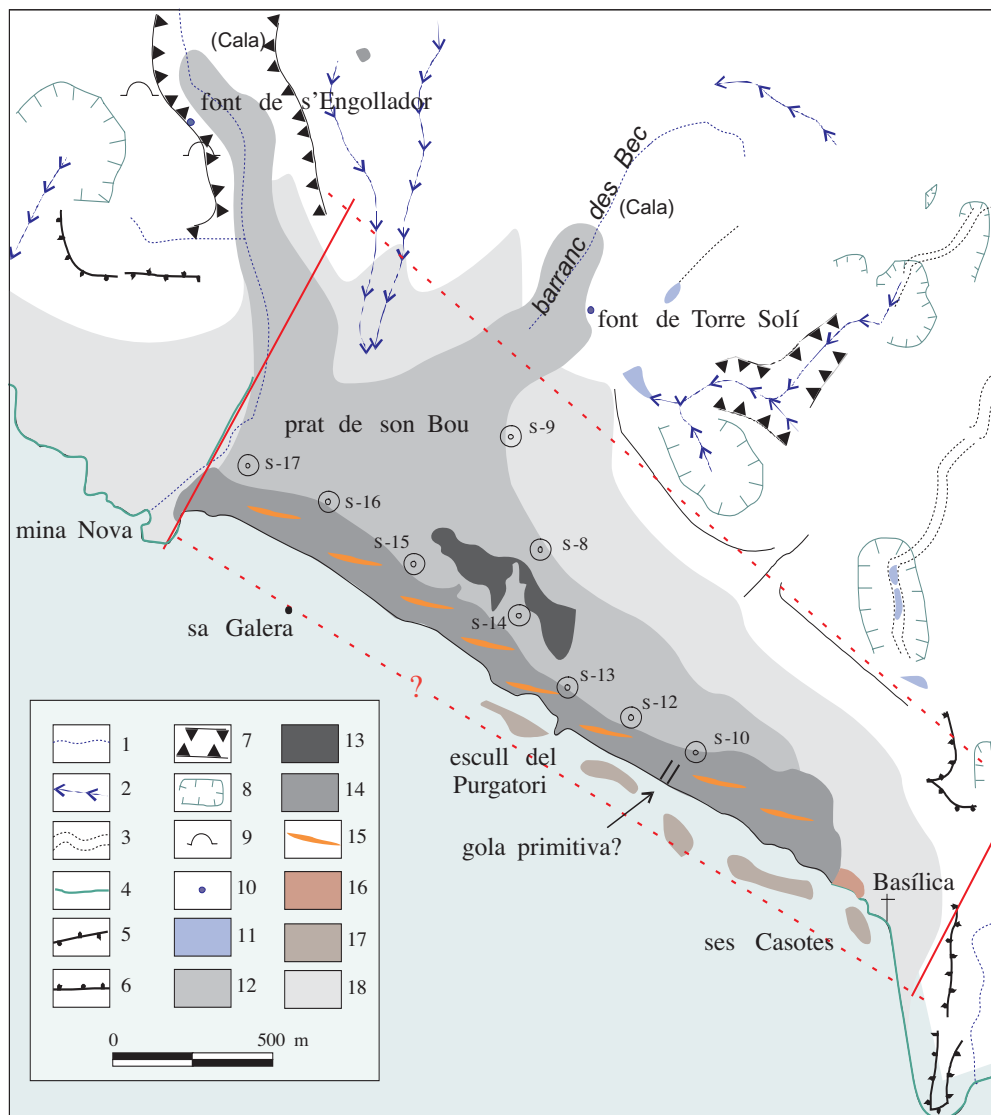


Fig. 11.12. Esquema geomorfològic del prat de Son Bou. 1, barranc; 2, barranc encaixat; 3, barranc de fons pla; 4, espadat marí; 5, cresta; 6, cingle; 7, canyó fluviocàrstic; 8, dolina; 9, cova; 10, font; 11, depressió càrstica; 12, marjal; 13, bassa dins la marjal; 14, restinga; 15, dunes; 16, eolianites o platja fòssil; 17, materials rocallosos; 18, peudemont de conglomerat i argiles cimentades (segons Pardo *et al.*, 1999).



Fig. 11.13. Escull de Son Bou. Tòmbol enfront de la platja. La Unitat de Barres miocènica suporta una platja fòssil quaternària (6.02.1998).

### SES PENYES I LES CALES MERIDIONALS

Encara que la primera cresta del cap de ses Penyes continuï sota l'aigua i, com el barranc de Llucalari, respongui a fractures N-S de 60 m de salt, la cala d'aquest nom no passa de minsa raconada de 110 x 125 m que segueix el curs del barranc que, en ser tan rostrat, amb prou fines ha estat envaït; potser és un indicatiu que ací el bloc carbonàtic ha basculat cap a dins: el pla arreic de Llucalari-Sant Llorenç ens ho suggeriria, si no es tracta d'una alternança de cresta bioconstruïda i conca paràlica. El marès que aflora a la cala és d'origen eòlic recent. El barranc ha captat per la banda del NE una considerable depressió de 0,25 km<sup>2</sup>, tancada per la isohipsa 75 m.

Des del cap fins a cala en Porter s'allarguen les anomenades penyes d'Alaior més de 5 km amb l'espadat més brau del Migjorn, sempre superior als 50 i de vegades als 70 m. És un espai inhòspit i, durant anys, gairebé prohibit per la presència al punt privilegiat de sa Llançadora d'una bateria artillera, que ara ens sembla fantàstica i gairebé surrealista. Els enfonsaments són el comú denominador i el col·lapse

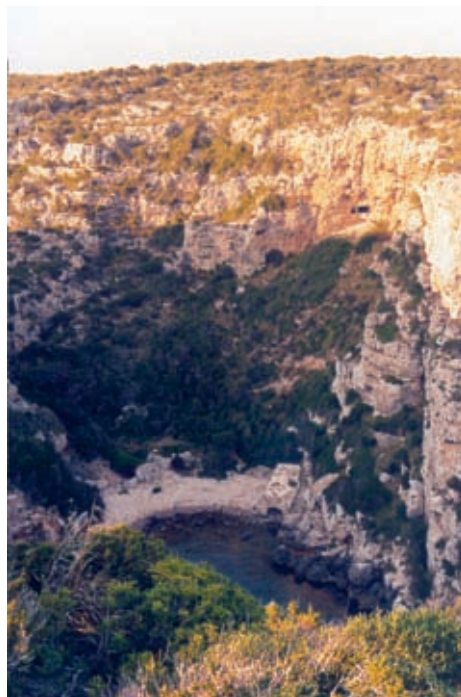


Fig. 11.14. Sant Llorenç. L'enfonsada vertical de prop de 50 m de desnivell agombola una platgeta de còdols poc evolucionada. Cal notar els talussos d'enderrocs i les coves artificials del cingle (juliol 2001).

semicircular apareix ja en es Còdol, en la cova de Sant Llorenç i arriba a l'expressió més didàctica a la cala de Sant Llorenç, formada per coalescència d'enfonsaments semicirculars, acompanyats d'esllavissades (Rosselló *et al.*, 2002; Fornós, capítol 12 d'aquest volum). Tot i que la cala amb una platja de còdols sigui poc significat, cal connectar-hi l'endinsada oriental d'un origen anàleg. El barranc encanyonat de Torrevella, ara poc actiu, ha atacat la plataforma de +70 m i ha capturat en definitiva els col·lapses càrstics combinats amb conductes horitzontals de coves que en algun cas són marines i han patit els efectes de la variació del nivell marí (Fig. 11.14). La tectònica també hi té part no menyspreable. El penya-segat continua gai-

rebé rectilini, amb detalls d'enfonsament com sa regana des Cans i alguns barrancs penjats a més de 20 m, p.e. el de sa Savina o els de ses Coves. Les pèrdues de continent, a banda l'influx d'espectaculars fractures, es palesen per una part perquè les conques càrstiques successives de poc menys d'1 km<sup>2</sup> estan tallades pel diàmetre o un poc al S i emeten un esquitit barranquet penjat a 20 o 40 m s.n.m. Segonament les abundants coves a diverses altàries, obertes al tallerrat semblen correspondre a uns nivells de base molt més alts. L'aparell hídric més desenvolupat de sa Savina ha aprofitat dues fractures i "flueix" a contrapèl, com si s'hagués embotit epigènica-ment quan basculava el planell que a la costa depassa els 65 m s.n.m.

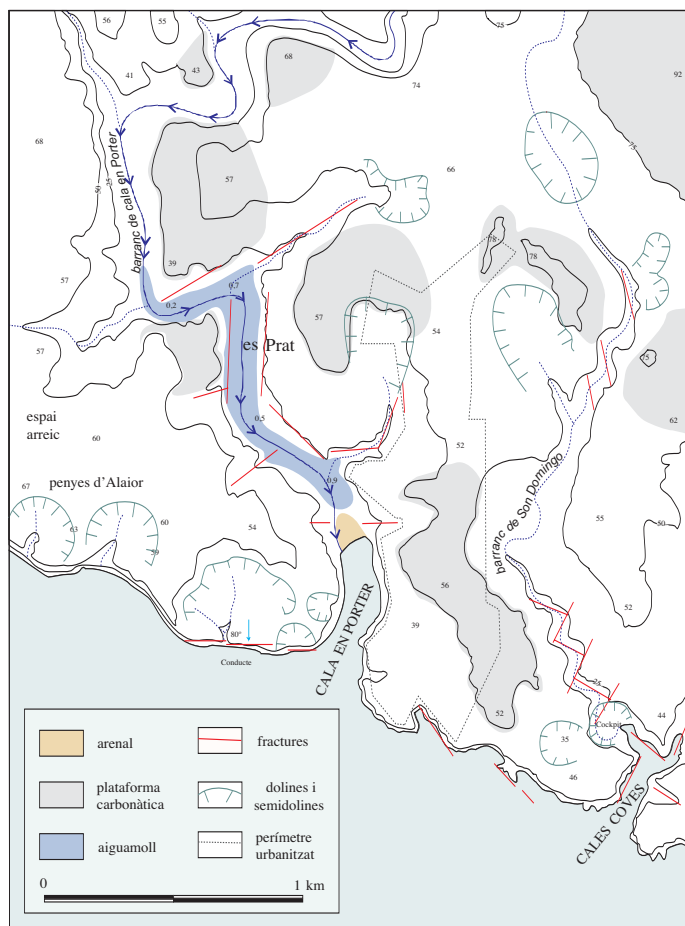


Fig. 11.15. Croquis geomorfològic de cala en Porter i cales Coves amb els seus respectius barrancs i les formes càrstiques sobre la plataforma. El traçat fluvial és determinat per la xarxa de fractures. El barranc de Cala en Porter té tan poca rostària que ha calgut canalitzar-lo per a drenar es Prat i un bon tram de més amunt.



Fig. 11.16. Cales Coves pren nom de les nombrosíssimes cavitats artificials de la seva vora: se'n veuen algunes a la dreta de la foto. El fons de la cala tenia un hortet protegit per un dic.

A la d'en Porter reprenem el model de "cala alta", lligat a un barranc de certa categoria amb una conca de 7 km<sup>2</sup> que prové del N. La tectònica de fractura és responsable a grans trets del barranc-cala embotit a la plataforma +50 m. El control càrstic, més tost competitiu, a primera vista no hi sembla present en el traçat, però sí en les formes concomitants (Fig. 11.15). La cala actual estricta –anomenada també *Malport*– entra només 420 m. Amb una operació especulativa, que hem fet en altres casos (Rosselló *et al.*, 1997), de pujar 1 m el nivell de la mar, arribaríem a 2.180 m (!) de tirat, cosa que suggereix gairebé una *ria* en època flandriana, responsable del rebliment. A hores d'ara, a 1.400 m endins de la platja d'arena, tenim encara una cota +0,2 m i un eloqüent topònim, es *Prat*. Fet i fet, la mòdica correntia que porta el barranc, ha calgut canalitzar-la artificialment des de ben amunt. Hi ha jaciments d'eolianites recents a diversos nivells fins a prop de +10 m; l'eolianita va remuntant més a l'E i, per exemple, n'hi ha pedreres a +15

m al rínc de Sant Josep. La urbanització descordada de la vora esquerra, la més empinada –la dreta sortosament roman verge–, no impedeix verificar l'entramat de fractures i col·lapses successius dels *rincons* immediats.

A cales Coves o cala les Coves, la combinació de fractures i depressions càrstiques es repeteix i, si cal, s'accentua (Fig. 11.15). Hi aboquen des del NW el barranc de Sant Domingo (o de Cales Coves) i del NE el del Llocnou des Fasser, ambdós encaixats a la plataforma +40 m. Cal remarcar la trama ortogonal del primer que fineix en un *cockpit* que forma la culassa de la subcala occidental amb una duna viva que assoleix prop dels +15 m. Darrere d'un mur de defensa, bastit el segle XIX, hi ha encara restes d'un hortet. El centenar de coves penjades que donen raó del topònim són en majoria excavades per l'home en un període prehistòric entre els segles IX i VI aC (Veny, 1982) (Fig. 11.16). A ambdós costats cap a fora abunden els pegats eolianítics entre +10 i +30 m.

El tram de costa següent manté un penya-segat de prop de 50 m, amb una alineació recta de quasi 2 km, ben senyalada, però, amb freqüents esbaldrecs de col·lapse càrstic. Vora el racó des Suro, ja en el terme de Maó –on s’ha beneficiat el marès d’una duna ‘rissiana’ a +15 m–, hi ha el magnífic col·lapse de na Mala (na Linot, Figs. 4.10 i 4.12), de 100 m de diàmetre i 40 de caiguda vertical (Obrador i Pomar, en aquest volum). Es Canotells són una petita i estranya cala que només penetra 410 m, amb una amplària de 100, cosa que la fa la més estreta de les visitades. A part de la incurvació que li imprimeix una penya de l’esquerra (el flanc urbanitzat), el retaule de la platja el forma (Fig. 11.17) un escaló de 20 m, perpendicular a l’eix de la cala. El barranc de ses Fonts, llarg i tortuós, ve a morir a un enfony del N de la urbanització, es clot de sa Murta. Aquest barranc encaixat hauria de drenar una plataforma dissimètrica, a la dreta de 50 m i a l’esquerra de 35 m s.n.m. Un dels ramals de l’E contorna la que anomenàrem al seu moment cresta (D). La dissimetria pot confirmar la suposada frontera entre bloc central i oriental. Dins la cala, Mercadal (1966) va localitzar una terrassa eutirreniana a +4 m. Sa Reganeta es podria considerar una subcala que sembla respondre a una fractura, ben explotada per la dissolució. A partir d’aquí les coses canvien.

### LA COSTA MÉS ARTICULADA DE L’AIRE

Els enderrocaments, enfonsaments i més enllà la submersió van transformant l’aspecte del litoral, cada vegada més humil. L’enderrossall de Forma encara respon al model de col·lapse (de 120 m de diàmetre i gairebé 30 de salt), igual que la immediata roncada de Quatre Rals. El tram que segueix vers SE mostra l’entalladura de sa Falconera, més fossa que col·lapse, de 100 m de penetració i només 30 d’amplària. L’enderrossall des Forat és més tectònic que càrstic. Just al costat, cal anotar un detall interessant, el barranc innominat, embotit més de 10 m al planell +25-30 m de Forma-Binidalí, que eixaugaria uns paleocanals i dolina que es troben a 700 m de

la costa. Coves marines i penjades proliferen en aquest espai litoral.

L’apèndix rocós des Cavall ens introdueix en una costa, encara tallada però més baixa (+15 m) que successivament va esfilagarsant-se a mesura que el continent s’enfonsa. Pot influir-hi també la litologia de les calcàries algals o rodolítiques dels talusos escullosos. Les cales de Binidalí i Biniparratx pertanyen a un sistema comú de barrancs geometritzats per una xarxa de línies de debilitat; ambdós barrancs s’encaixen més de 15 m dellà de la cresta-barra (E). La cala de Binidalí té una modesta platja i a les vores del barranc hi ha coves. La de Biniparratx és més profunda (380 m) i tortuosa, oberta a llebeig en forma de falç; després de la platja continua pel barranc més considerable.

La península de cap d’en Font (calcari bioconstruït, Fig. 4.7) ja no depassa gaire els +10 m i marca el començament d’un litoral cada vegada més articulats. En un dels calons de llevant hi desemboca un barranquet recte i meridial que ha de seguir una falla i ve d’una dolina, situada dellà de la cresta (F). Ara sobre un *shelf* molt som, de menys de 10 m de fondària, proliferen els illots –d’en Marçal i Binissafüller, p.e.–, les lloses i els esculls, amb una certa tendència a projectar-se perpendicularment. Els illots no solen depassar la cota d’1 o 2 m, cosa que suggereix un enfonsament gradual. La costa ja és baixa (Fig. 11.18).

L’espai litoral de Binibèquer roman marcat per enèrgiques fractures entravessades que justifiquen l’avançada de la punta i els illots que abriguen la platja on s’aboca un torrentó predestinat. Fins a Biniancolla es repeteix l’esquema de petites esclotxes de sentit N-S que tradueixen les fractures en calons i recers sobre una faixa deprimida de fons molt som, marcada per la Llosa i l’escull d’en Caragol, a 320 m de la costa. La dissolució de detall (marmites, forats, ponts, etc.) caracteritza el litoral on Bourrouilh (1983: 253) creu veure una línia relict, “una costa fòssil 500 m enllà de l’actual”. Cala Biniancolla, orientada a SW, també provocada per una fractura, no té barranc, sinó una modesta depressió en amfiteatre. Limita la cresta (G) per ponent.

La Marina de Son Ganxo forma una protuberància amb un front incurvat de prop de 2 km que coincideix amb la cresta (G) i arriba a l'altitud de 29 m, cosa que repercuteix en un flanc marítim una mica més massís, però afectat per rases funcionals gairebé seguides i accidents rocallosos de detall (na Blanca, ses Olles...) fins a la punta des Mabres. Un quilòmetre mar endins resta el testimoni de l'illa de l'Aire, fita marítima que a principi del segle XIII ja apareix a les cartes portolanes de P. Vesconte (Rosselló, 2002). La isòbata -20 m demostra a les clares la connexió de l'illot de 1.200 m d'eix major amb la punta sudoriental de Menorca; un sector del freu (eixut en bona part del Quaternari) té fondàries que no arriben a 7 m. La dissimetria de la descarnada illeta en fa una mena de pla inclinat que s'alça a 13 m en plom a la vora meridional on hi ha la farola i a menys d'1 m a la septentrional. Tot plegat, ho atribuiríem a una cresta-barra (G) o (H) de la plataforma carbonàtica finimiocènica, encara que les eolianites quaternàries s'hi han dipositat al damunt.

## LA COSTA DE LLEVANT

L'esquenadà de Son Ganxo acaba abruptament amb una falla transversa en la punta des Mabres a la que segueix una depressió exmarjalenca que penetra devers 300 m i és tancada per l'àmplia platja arenosa protegida per l'illa de l'Aire. Punta Prima pren el nom, no de la seva configuració en pla, sinó de la rasa que amb prou feines depassa el mig metre de cota, però més al N es va alçant a la punta de na Foradada (+13 m) i el morro d'Alcalfar (+20 m) coincidint amb la cresta (E) del complex escullós (Pomar, Obrador and Westphal, 2002), tallat entre ambdós per una fractura. Aquest rocam arriba encara fins a la punta des Falcons, però tot el conjunt de la cala descobreix la rampa inferior a causa de l'erosió fluvial d'un barranc ramificat on la penetració marina ha originat cala Alcalfar. El caló Roig és gairebé una esclatxa curta que corre paral·lela a la cresta-barra escullosa, explotant el contacte com a línia de debilitat. La cala principal tira a NW



Fig. 11.17. Es Canotells. Platja i retaule que tanca el fons de la cala (6.02.1998).

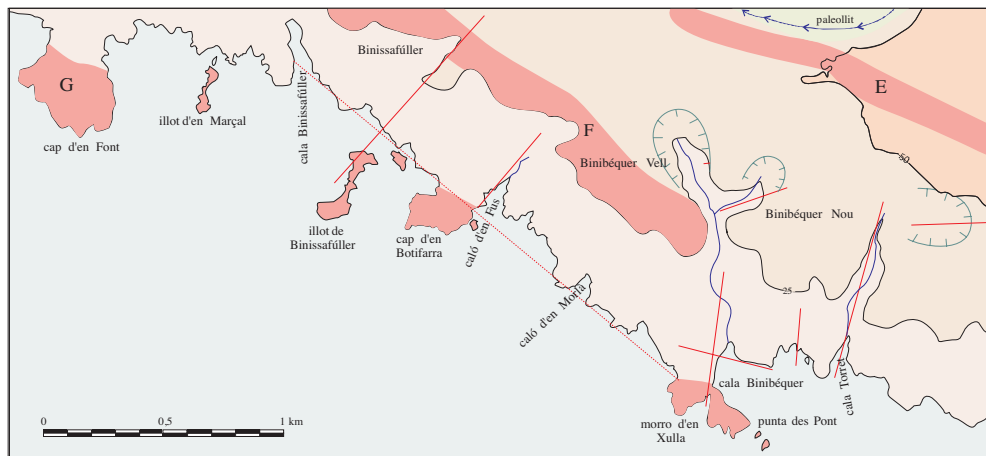


Fig. 11.18. Croquis geomorfològic del litoral esfilagarsat des de cap d'en Font a Binibéquer. S'hi pot apreciar l'influx fractural, l'acció càrstica i la probable dependència litològica. Tot es tradueix per un perímetre molt retallat i nombrosos illots.

uns 300 m llargs des de l'illot testimonial des Torm (+4,5 m), encara que, darrere l'arenal la depressió reblida abasta 150 m, on arribaria la cala flandriana. Abunden les coves als costats i hom pot verificar un nivell +3 m amb balnes ben definides. També hi ha jaciments i explotacions de marès que és material del talús escullós (Rosell i Llompart, 2002). De la punta des Falcons a s'Algar s'imposa una rasa sobre el material de la 'rampa mitjana' i l'endinsada segueix l'esquema de depressió càrstica de dissolució. La rasa continua per la llosa des Rafalet i delà.

L'avançada triangular, retallada per una fractura de 900 m de tirada, amb un vorell arrasat, limita al nord amb la cala des Rafalet, esclatxa i torrent que tallen la 'rampa mitjana' (Pomar, Obrador and Westphal, 2002). L'estretor de la cala té molt que veure amb la penetració d'una falla terra endins, seguint l'eix del barranc homònim de conca important i molt influït en el seu traçat per la trama de línies de debilitat. Els espadats exteriors que depassen els 20 m (s'Espenyador, en Vermell) pertanyen al gruix del "middle ramp" de Pomar *et al.* (2002). No hi manquen coves de dissolució i algú hi ha senyalat una terrassa tirreniana a +2 i +4 m.

L'estil del tallsserrat es manté i la falla lito-

ral des penyal Alt des Sòtil ha esportat una dolina hectomètrica de Binissaida que tenia el fons a +25 m i les vores a +30-35. Des de la punta de sa Cigonya fins a la cala de Sant Esteve 1,5 km de falla N 7°W governa el salt d'un interior que assoleix 35 i 40 m s.n.m. i una androna de menys de 10 i sovint +2 o 3 m, molt combatuda per l'onatge i la quimioclàstia (Fig. 11.19). Segueix present el "middle ramp" (es Barracons) amb una clara estratificació entravessada i bioturbació. L'endinsada més notable (es caló des Vinblanc) correspon a una altra dolina hectomètrica amb el fons a +15 m, però abarrancada i buidada cap a mar.

La cala de Sant Esteve, la podríem alinear, quant a tipologia, amb les cales mallorquines de Santanyí. Els *packstones* de la 'rampa interna' formen un rocam ben visible en nombroses pedreres que serviren per a bastir les immediates fortalises de Sant Felip i Marlborough, amb fossats i túnels assequibles. El modelat càrstic es combina amb coves-tafoni i la roca perforada per haloclàstia; és fàcil confondre els nivells enrasats –que n'hi ha– amb les explanacions artificials. La cala penetra uns 700 m entre modestos penya-segats angulosos de +10 o +15 m i ve a prolongar el tortuós barranc del Rei i un curt afluent del SW, anomenat barranc de sa Cala, l'esquema dels quals sembla tectònic.



La península de la Mola i l'actual illa des Llatzeret (amb un petit residu d'eolianita quaternària) pertanyen al rocam de la 'rampa interna', però la primera, prou dissimètrica i d'1,8 km d'eix, ateny una altitud de 78 m als penyals que miren al SE. Aqueixa altària li ha permès conservar el 'complex escullós', desaparegut per erosió i enfonsament a la petita illa des Llatzeret que s'orienta paral·lela a la bocana del gran port "de més de tres milles". Sembla que l'eix de la fossa que el justifica amb fondàries superiors als -15 m passa entre Es Castell i aquestes illes i no per l'estret canal artificial de Sant Jordi. L'illa del Rei –que migparteix la secció més ampla del port– pertany també a l'"*inner ramp*" i no fa més que 14 m de cota, prop del lloc de la basílica paleocristiana.

A la vora de terra ferma, se succeeixen des de la punta de Sant Carlos algunes endinsades que no s'afiquen gaire en un país prou malplà, fins a cala Pedrera, més acusada, amb una platgeta i un barranc insinuat. Cales Fonts, vorejada per l'àrea urbana d'Es Castell, adopta un estil de dolina envaïda, igual que cala Corb. Segueix un bon tram d'espadat mitjà de +20 m, però l'accident més notable correspon a cala Figuera dins el rocam de la 'rampa mitjana' que ens acompanya fins a la Colàrsega. El flanc esquerre de cala Figuera és un llavi de falla que manté elevat el bloc de Maó a devers 30 m s.n.m. A partir de la punta, un penya-segat continu NW-SE forma el flanc estratègic de la ciutat amb 10-15 m d'escaló (Fig. 11.20) sobre l'androna artificialitzada dels molls, adossats al conglomerat miocènic. Dues enclotxes ben visibles són la de ses Voltes (Fig. 11.21) baix del Carme, potser una excala exondada, i una altra al peu del convent de Sant Francesc (Museu de Menorca). La Colàrsega –o cala Sirga– gira cap a tramuntana i ve a ser l'acabatall rebllit i ondulant del barranc de Sant Josep on hi ha restes d'aiguamoll.

## CLASSES DE COSTA I MODELS EVOLUTIVS

El navegant que intenta apropar-se a Menorca de Migjorn –mal que sigui esportivament– no pot amagar una impressió de costa esquerra. És clar que és abordable en punts

concrets, però no hi abunden les grans esteses de platges o arenals que tant demanen els explotadors de l'oci. Més encara, la sensació que tot el litoral és un espadat continu –alt o baix–, "net" a mitja milla (*Derrotero*), no deixa de respondre a una realitat física.

La tipificació més elemental, pot referir-se a la dicotomia costa alta/baixa. Consideram "altes" –o 'penyes'– totes les costes que fan escaló consistent (coherent) allà on toquen les onades. Són ben bé el 90 % de les que estudiem a macroescala, perquè, si entràssim en fractals, les baixes se'ns perdrien. En altres mots, *totes* les platges no sumen 9 km. El penya-segat més alt el trobam a ses penyes d'Alaior i s'apropa als 70 m, gairebé verticals adesiara, altària que es repeteix al front exterior SE de la Mola (si el podem considerar

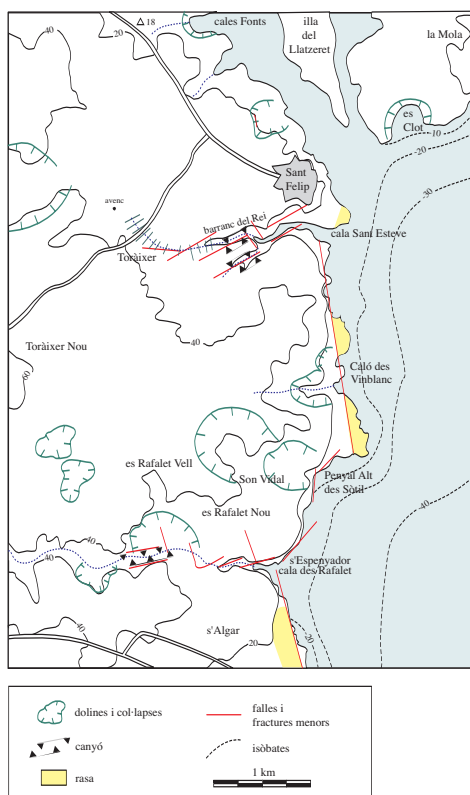


Fig. 11.19. Croquis geomorfològic del sector litoral des des Rafalet a cala Sant Esteve.

“Migjorn”). Els 50 m d'alçada, els manté encara el tallerrat entre Sant Llorenç i es Canotells. A la resta de la costa més alta que sovint arriba als +30 m s'hi troben les grans cales que hem estudiat amb més detall, però el límit d'aquest tipus l'hauríem de situar en el penya-segat de 10 m, poc més o menys.

No hi arriben en general la major part de les costes que miren a ponent, ni tampoc les de llevant, i de més a més els fronts rocallosos no solen ser tan expeditos sinó més graduals, quan no tenen una rasa –rociosa, sí– a llengua d'aigua. Les anfractuositats no les consideram perquè resten fora de l'esquema general: una raconada minúscula pot arrecerar una platgeta o un codolar.

Les costes baixes són escasses i sovint esquifides. El desenvolupament ampli del sistema platja-restinga-albufera gairebé es redueix al front de Son Bou, en unes condicions tectòniques molt peculiars. L'altre “gran” arenal, de Binigaus-Biniquadrell no és gaire més que una trinxa adossada a un penya-segat en part funcional. Tota la resta són culasses-colàrsegues de cala on pot romandre l'arena o els còdols

quan el gradient ho permet. En algunes es pot comprovar i tot, en petit, l'esquema platja-restinga-albufera/prat. De dunes, no n'he parlat, tot i que amb una certa assiduitat, però magnitud discreta, acompanyen en qualque localitat el tipus més complet.

He deixat les cales fora del simplista esquema anterior. Primer, perquè no el trenquen; segon, perquè tenen una motivació en part “extralitoral”. Podem localitzar cales en litorals d'espadat alt –les més ben desenvolupades– i baix i responen a causes diverses i solapades que cal reconsiderar després: hidrologia predominant en unes, tectònica que s'imposa en altres i cartificació en totes. Allò més freqüent és una combinació ben complexa.

Els models morfològics de la costa cal·lària menorquina han de conjugar almenys tres grups de factors. Per una banda, la tectònica considerada a diversa escala; per un altre costat, la hidrologia –especialment càrstica– que molt probablement ve matisada per una litologia diversa. Tercerament mai no podem oblidar els canvis de nivell marí, continus i una mica complicats, durant el Quaternari.



Fig. 11.20. El flanc estratègic de la ciutat de Maó. Vista de l'altre costat del port. El convent i barri del Carme al centre i, a la dreta, l'església major de Santa Maria (grua) i el nucli antic (abril 2002).



Fig. 11.21. Port de Maó. Davallada de ses Voltes, baix del Carme. El tallserrat dels materials miocènics, conglomerats i calcarenites, correspon al flanc d'una antiga caleta.

Encara sabem poc de la gran tectònica, però es van configurant a l'illa almenys tres o quatre grans àrees, una de central més aixecada que les altres. Per això les cales del bloc central són les més profundes en sentit vertical, en coincidir amb canyons preelaborats. Òbviament també ens enfrontam aquí amb els penya-segats més alts. La transició del sector elevat no és gaire clara per la banda de llevant, mentre que la fita de la talaia d'Artrutx sí que trenca palesament l'estil del litoral ciutadellenc. Ni a llevant ni a ponent podem parlar de plataforma enfonsada, sinó més aviat de "menys elevada"...

La tectònica de detall és tota una altra cosa. Sobta l'abundor de petites fractures i falles de poc salt o simples línies de debilitat que transcendeixen al relleu, sobretot quan hi intervé l'aigua fluvial o marina. Moltes caletes i endinsades, puntes, caps i racons no tenen altra justificació. Però també, segments rectilinis de costa espadada i esglaonaments litorals. Un cas molt notori és l'aparentment simple prat de Son Bou, resultat no d'un rònc model de restinga-albufera; la restinga dunar hi descansa

sobre un bloc miocènic paral·lel al tallserrat interior, realçat o no enfonsat del tot.

No té res de sorprenent que el carst senyoregi un litoral absolutament calcari i hagi mediatitzat la circulació hídrica de l'interior, que es discuteix en altres capítols. Tant la correntia superficial com la subterrània han deixat marca en les formes litorals: és el cas de les cales, unes radicalment "fluvials", d'altres més "tectòniques" i unes altres, encara, acusadament "càrstiques". A banda de les innombrables coves sospeses als penya-segats, al llarg de la nostra investigació hem assumit la consciència del gran paper dels col·lapses (clots, olles, racons, enderrossalls...) en una costa que en detall evoluciona molt ràpidament. Ens resta per aclarir si els matisos litològics són suficients per a donar evolucions diverses; es tractaria al cap i la fi de resistència diferencial, química, física? Sospit que l'esfilagarsament de la vorera entre el cap d'en Font i Binibèquer, p.e., és una modalitat lligada al complex escullós.

Ningú no pot controvertir la realitat mudadissa dels nivells marins en els darrers milions d'anys, o més modestament en els tres-cents

mil últims. Ara, esdevé molt difícil, tant generalitzar –no hi ha nivells “mundials”–, com aplicar o extrapolar nivells concrets a paisatges concrets. El mecanisme, tot i amb això, és indiscutible i ha funcionat mantes vegades. *Totes les nostres costes són d'enfonsament* (és a dir, transgressives), però uns sectors més que uns altres. Baixada marina es tradueix en encaixament fluvial (encanyonament, *sou tirage* càrstic, col·lapse afavorit...) i descobriment de la plataforma sotaiguada (arena disponible!). El vent i la deriva litoral poden fer-hi molt. L'ascens del nivell marí, per una part provoca la penetració marina a les cales en trams quilomètrics; també, però, pot induir-hi el reblliment amb sediments marins i/o continentals o paràlics. Cala Trebalúger no és el mateix que el port de Ciutadella, i *podia* haver estat més.

### Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, BTE2002-04552-C03: “*El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares, Valencia y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino*”.

### BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA J. *et al.* 1992. *Morfología y ambientes sedimentarios de la cabecera del cañón de Menorca*. Instituto Español de Oceanografía (IEO), póster.
- BOURROUILH, R. 1983. *Estratigrafía, sedimentología y tectónica de la isla de Menorca y del noreste de Mallorca*. Memorias del IGME 99 (2 vols).
- CUERDA, J., SACARÉS, J. i MERCADAL, B. 1966. Nuevos yacimientos marinos del Pleistoceno superior de Cala Santa Galdana (Menorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12 (1-4): 102-105.
- FORNÓS, J. J., FUMANAL, M. P., PONS, G. X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J.E., RODRÍGUEZ PEREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F.S. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del Barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- LUDWIG-SALVATOR 1890. *Die Balearen in Wort und Bild gebildet*. Leipzig, Brockhaus. Vol. 8.
- MASCARÓ, J. 1954. La basilica paleocristiana de Son Bou y sus alrededores. *Ibérica*, 291: 302-309.
- MERCADAL, B. 1959. Noticia sobre la existencia de restos de terrazas del Tirreniense en la costa sur de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5: 39-44.
- MERCADAL, B. 1966. Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario de Menorca. *Revista de Menorca*, 3-4: 149-161.
- MERCADAL, B., VILLALTA, J.F., OBRADOR, A. i ROSELL, J. 1970. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 4: 89-82.
- MOREY, M. *et al.* 1988. Estudio integrado del “Barranc d'Algendar” de Menorca. *Revista de Ciència (IEB)*, 2: 83-96.
- PARDO, J., GARCÍA, F., FORNÓS, J., RODRÍGUEZ, A. i CERVERA, T. 1997. Caracterización de los fondos de las calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos, en *Dinámica litoral-interior, Actas del XV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles* Santiago de Compostela, pp. 191-203
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geológico de España. Escala 1:25.000. 618. Cap Menorca y Ciutadella*. Madrid, Instituto Tecnológico Geominero. 2 fulls + memòria, 51 pp.
- ROSELL, J. i GÓMEZ-GRAS, D. 1989. *Mapa Geológico de España. Escala 1:25.000. 646. Cala en Brut y Alaior*. Madrid, ITGE. 3 fulls + memòria, 38 pp.
- ROSELL, J. i LLOPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i relligat Dacs, Indústria Gràfica, S. A. Montcada i Reixac. 279 pp.
- ROSSELLÓ, V.M. 2002. La incorporació dels topònims balearics a la cartografia portolana. *Homenatge a Guillem Rosselló Bordoy*. Palma, Govern de les Illes Balears, Conselleria d'Educació i Cultura. Cf. vol. II, pp. 881-902.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Elementos morfogenéticos de calas y barrancos del sur de Menorca. *Dinámica Litoral-Interior. Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles*. Santiago, 15-19 setiembre 1997, I: 245-256.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., GELABERT, B., GIMÉNEZ, J. GINÉS, J. PARDO, J.E. i SEGURA, F. 2002. El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares. Carrasco, G., Durán, J.J. y B. Andreo (eds.) *Karst and Environment*. Cf. pp. 329-335.
- SEGURA, F. S., PARDO, J. E. i SERVERA, J. 1999. Tectónica i carst al Migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. En: *Geoarqueología i quaternari litoral. Memorial M<sup>a</sup> Pilar Fumanal*, 435-446. Universitat de València, València.
- SERVERA, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi Doctoral inèdita. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 904 pp. + Atlas, 138 pp.
- VENY, C. 1982. *La necrópolis protohistòrica de Cales Coves, Menorca*. Madrid, C.S.I.C. 490 pp.

## MORFOLOGIA COSTANERA I PROCESSOS LITORALS

### El paper de la fracturació i el carst

Joan J. Fornós

*Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears*

#### INTRODUCCIÓ

La línia de costa és l'ambient en què es confronten la mar (medi líquid) i la terra (medi sòlid), sota la presència de la capa atmosfèrica (medi gasós). Els tres medis experimenten dinàmiques pròpies molt diferents i variables en el temps, la qual cosa provoca que la línia de costa estigui en continuus evolució i canvi, per tal de mantenir el punt d'equilibri entre els diversos medis. El resultat d'aquest procés continu de canvi, i l'acció dels diferents processos que hi actuen, queden reflectits en la geomorfologia de la zona litoral. Podem, doncs, considerar la costa com un sistema geomorfològic dinàmic en el qual les formes resultants corresponen a la interacció de processos físics, entre els que inclouríem tant els hidrodinàmics com els aerodinàmics, i els processos químics (bàsicament la dissolució), condicionats en darrer terme pel substrat (la litologia, l'estructura i textura del rocam) i la biota.

Encara que la definició àmplia de costa correspon a tota l'àrea d'interacció entre els processos marins i terrestres (Woodroffe, 2003), el present treball focalitza només allò que denominam línia de costa, és a dir la franja de separació entre ambdós medis.

Tractarà de la morfogènesi del paisatge costaner com a resposta als processos que actuen sobre els materials.

Si ens centram a l'illa de Menorca i n'observem un mapa geològic (Fornós i Rosselló en aquest mateix volum), veurem que més de la meitat de l'illa està ocupada per roques carbonatades; i si, de més a més, ens centram a l'àrea d'estudi que fa referència al Migjorn, comprovarem que en la seva totalitat la línia de costa està formada per aquest tipus de roques, amb la seva gran variabilitat de calcàries i calcarenites.

Les roques carbonatades són roques que podem considerar "dures" i, per tant, podem deduir que, a grans trets, són resistents a l'erosió produïda pels processos físics. Això fa preveure que la forma més característica del litoral correspongui al penya-segat. La variabilitat de formes de penya-segat vindrà donada pels aspectes geològics, tant de tipus sedimentològic com de caire tectònic, molt especialment. Per altra banda, tenint en consideració que ens trobam en una zona de clima temperat i amb una pluviometria estacional més o menys regular, comprendrem fàcilment que un dels processos més importants del modelat de l'illa, i concretament del Migjorn, correspongui al modelat càrstic (García Senz, 1985; Fornós, 2003; Ginés i Fornós, en aquest mateix volum).

El present treball se centrarà en la descripció del litoral rocós, i molt més concretament en el paper que juguen la fracturació i els processos càrstics (i d'altres associats) en el modelat de la línia de costa. Altres aspectes d'interès i relacionats amb la costa, com és el



Fig. 12.1. Aspecte de la variabilitat litològica (a baix: Unitat Inferior de Barres; a dalt: Unitat d'Esculls) en els penya-segats del Migjorn. Observi's la relació entre fracturació, conductes freàtics i dinàmica marina.

fet de les cales i el litoral (Rosselló, 2004 en aquest mateix volum) o els dipòsits eòdics i sistemes dunars i les platges, relacionats amb la costa baixa (Servera i Riquelme, 2004 en aquest mateix volum), són tractats amb major profunditat en altres capítols d'aquest mateix llibre. S'emfatitzarà, doncs, el paper que han tingut i segueixen tenint en l'actualitat els processos càrstics, tant els relacionats amb l'endocarst com amb l'exocarst en el modelat litoral del Migjorn, on les litologies carbonatades, tant de calcàries, calcarenites com calcisiltites hi són omnipresents, sempre sota el condicionant de l'estructura tectònica, la fracturació i el diaclasament. Finalment és proposa un model evolutiu, tenint en consideració el factor temps, que posa de manifest la forta interacció i el condicionament del litoral amb l'oscil·lació del nivell de la mar des del Miocè superior i, molt especialment, durant els temps plistocènics.

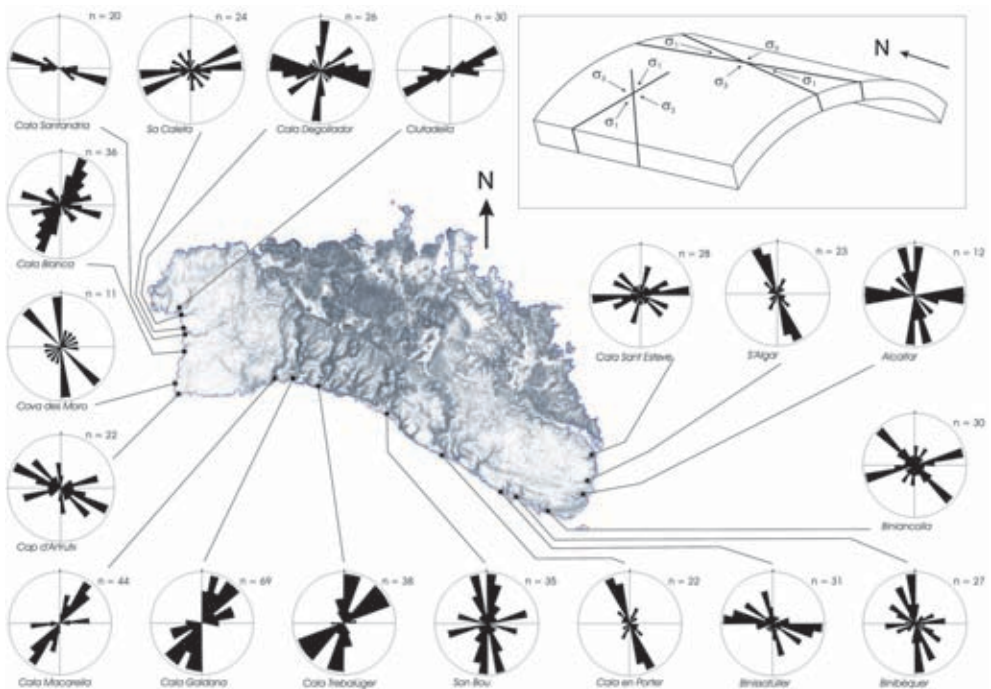


Fig. 12.2. Principals orientacions de la fracturació amb indicació del model teòric de fracturació en un anticlinal lax (modificat de Gelabert, 2003).

## ELS CONDICIONANTS DE BASE: LITOLOGIA I FRACTURACIÓ

Qualsevol procés geomòrfic requereix un substrat material, de manera que les característiques mineralògiques i, sobretot, texturals de la roca condicionen en primer grau les formes resultants. A això, hi hem d'afegir la fracturació, o trencament en general de la roca, que donarà els punts de debilitat per on incidirà preferentment l'acció erosiva dels processos físics, i a la llarga condicionarà també l'acció dels processos càrstics o de dissolució, per la circulació preferent que aprofitarà aquests punts o línies.

### La litologia

Com ja hem comentat, la totalitat dels materials que afloren a la zona costanera i que formen els penya-segats del Migjorn de Menorca corresponen a roques carbonatades atribuïdes al Miocè superior (Pomar *et al.*, 2002). Presenten una àmplia varietat textural, que abasta calcàries, calcarenites i calcisiltites en una alternança i disposició complexa, fruit de la història sedimentològica i de l'ambient deposicional a què corresponen (Fig. 12.1). Encara que Obrador i Pomar (2004 en aquest mateix volum) descriuen unitats més nombroses i més detallades, per als nostres propòsits només en considerarem dues, la Unitat Inferior de Barres i la Unitat d'Esculls, que són les que afecten a la major part del litoral.

La UNITAT INFERIOR DE BARRES (UIB), que és la inferior, correspon a un ambient de rampa progradant que està compost per unes fàcies bioclàstiques, el component majoritari i quasi únic de les quals, són les algues vermelles o coral·linàcies. Aquestes fàcies es disposen en capes molt marcades que mostren de forma monòtona un suau capbussament deposicional en direcció sud. Puntualment la inclinació pot ser més marcada per la presència de barres tractives que acusen laminació interna. La litologia pertany a una alternança de calcarenites i calcisiltites. Les textures predominants són *packstones* i *grainstones*, localment *rudstones*, amb una intensa bioturbació.

La UNITAT D'ESCULLS (UE), que és la superior i es disposa sempre damunt l'anterior, correspon a un ambient de plataforma de progradació escullosa amb unes característiques litològiques molt similars a l'anterior on, encara que hi predominin les calcarenites, també hi són presents les calcisiltites i les calcàries. Aquestes fàcies són molt variables ja que depenen del subambient deposicional. Poden presentar una gamma variada de cossos bioconstruïts per coralls que, de més a més de les textures anteriors, deixen veure textures *rudstone* i *framestone*. D'aspecte en general més massiu, poden presentar també marcades laminacions, en el cas de fàcies atribuïdes a talusos que capbussen cap a mar una desena de graus.

### La fracturació

Els materials del Migjorn de Menorca, com la resta de materials del Miocè superior de les illes Balears, són postorogènics i, com a conseqüència, no han sofert una deformació compressiva important; aquesta només afecta a la zona de Tramuntana en la qual es reconeix un sistema d'encavalcaments (Roca, 1992) emplaçats amb anterioritat a la deposició dels materials del Miocè que constitueixen el Migjorn (Rosell i Llompart, 2002).

Els materials miocènics del Migjorn estan afectats per dos sistemes de fracturació extensiva (Bourrouilh, 1983; Roca, 1992; Rosell i Llompart, 2002), un d'orientació general NW-SE, de salt superior a l'ordre decamètric i una llargària quilomètrica, amb un capbussament preferent vers el SW; i un segon sistema de direcció N-S dins el que destacaria la falla de Santa Eulàlia-Son Bou. Aquesta fractura extensiva d'edat miocènica, que hauria rejugat de forma compressiva durant el Plio-Quaternari (inversió tectònica), seria la responsable de la formació d'un anticlinal molt obert amb eix N-S que constituïria l'estructura general del Migjorn (Gelabert, 2003). Associades amb aquesta estructura, en resulten tot un seguit de fractures, o més ben dit diàclasis, amb una orientació variable d'acord amb la disposició del plec. Així, en els sectors oriental i occiden-

tal, la direcció predominant de la fracturació és E, ENE o ESE; mentre que al sector central hi predominen les direccions N, NNE i NNW, que clarament correspondrien a l'associació de fracturació ideal d'un anticlinal suau (Fig. 12.2).

A part d'això, s'ha de destacar la fracturació paral·lela a la línia de costa, responsable de la formació de bona part dels penya-segats i dels grans trets morfològics que l'afecten. Per això són freqüents als extrems oriental i occidental de l'illa les direccions N i NNE. Cal esmentar també els traçats rectilinis i en escaire de la costa de Ciutadella, que correspondria a aquests sistemes, o el traçat en forma de semicercle del prat de Son Bou, característic de falles extensionals (*rollover*).

### EL MACROMODELAT

Consideram com a formes del macromodelat litoral aquelles que tenen ordres de magnitud d'hectòmetres a alguns quilòmetres. La característica més visible i monòtona de la

costa del Migjorn de Menorca són els penya-segats que limiten la plataforma carbonatada miocènica a vorera de mar i que estan tallats per profundes incisions (denominades *barrancs*) que acaben en la típica forma de cala (Rosselló *et al.*, 1997; Rosselló, 2003 i 2004 en aquest mateix volum) (Fig 12.3).

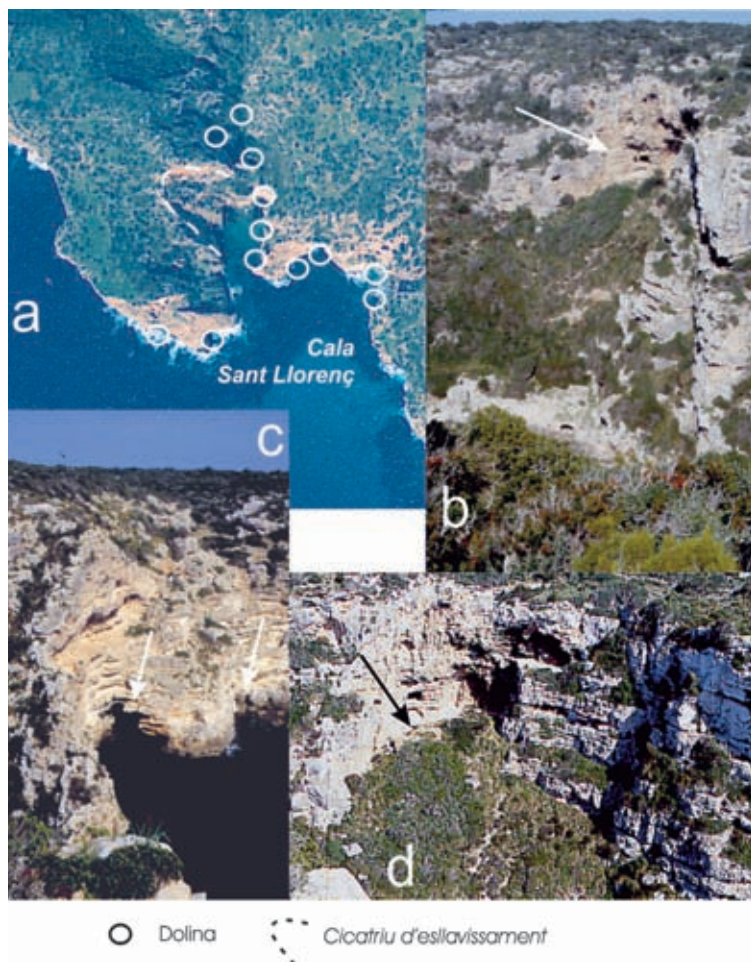
L'origen de les cales s'ha associat tradicionalment a la incisió fluvial del darrer estadi glacial que, amb la posterior pujada del nivell de la mar durant l'Holocè, crearia un ambient d'estuari envoltat de penya-segats (Penck, 1894). Una observació acurada mostra que hi ha una varietat morfològica molt gran en el desenvolupament de les cales. Malgrat el decisiu paper de la fracturació (Rosselló *et al.*, 1997), tant en la linealitat del litoral com en el recorregut dels torrents i el traçat d'aquestes cales, s'ha de postular algun altre procés que contribueixi al desenvolupament i evolució, tant dels torrents com de les cales, per a explicar la major part de la variabilitat morfològica. Aquest procés implicaria la proposta d'un model en el qual el carst exerceix un paper



Fig. 12.3. Típica forma de cala amb parets empinades en la desembocadura del barranc de Cala en Porter.



Fig. 12.4. Cala de Sant Llorenç. (a) Vista en planta amb la localització de les dolines i dels principals esllavissaments; (b) esllavissament relacionat amb fracturació; (c) col·lapse de dolines relacionades amb conductes freàtics; (d) cicatriu d'esllavissada.



fonamental (Rosselló *et al.*, 2002; Fornós, 2003). Descriurem a continuació dos exemples d'aquest model, en dos estadis evolutius diferents, un inicial (cala de Sant Llorenç) i un altre ja plenament desenvolupat (cala Galdana), per a incidir finalment en el model evolutiu que es proposa.

### Cala de Sant Llorenç

El cas de la cala de Sant Llorenç marcaria l'estadi primerenc de formació d'una cala i barranc associat (torrent de Torrevella). Consisteix en una cala molt poc desenvolupada

en la qual manca el sistema sedimentari platja-duna-albufera. La platja, de més a més, es caracteritza per l'acumulació de material guixat, conseqüència del caràcter esquerp del paisatge envoltant. Es tracta d'un penya-segat important, tallat per un barranc que té un pendent força elevat i molt poc desenvolupament horitzontal, amb un traçat meandritzant molt tancat i on les parets, quasi verticals, presenten formes cònques molt penetrants i lligades amb el mateix traçat tortuós del torrent. Aquestes formes cònques mostren senyals inequívocs de processos de desmantellament gravitacional recents,

amb cicatrius delapcionals i amb acumulació de grans blocs a la seva base (Fig. 12.4). La forma i el traçat de les parets estan relacionats amb les direccions de fracturació i diaclasament.

En diversos sectors de la costa es pot observar tot un seguit de conductes freàtics, lligats al nivell actual de la mar, que coincideixen amb punts de debilitat estructural i que en bona part se relacionen amb la formació de dolines. En ser capturats per la mar, els conductes i les cavitats originàries subjacents, es degué provocar el col·lapse de les parets, afavorit pel diaclasament vertical, tot generant formes excavades als penya-segats de tipus còncav, i donant lloc, de forma repetitiva i coalescent, al retrocés del penya-segat. El procés fluvial iniciaria aquí la seva incisió.

### **Cala Galdana**

Cala Galdana és un cas típic de cala totalment desenvolupada. Lligada a un torrent (barranc d'Algendar), presenta un clar aspecte de desembocadura fluvial (avui en dia artificial) amb un fons pla, conseqüència del rebliment sedimentari de la darrera transgressió flandriana (Fornós *et al.*, 1998) en un ambient d'albufera similar a l'actual.

La forma de la cala és circular (lleugerament el·líptica) amb unes parets verticals que la delimiten, tot mostrant formes còncaves que es van succeint amb continuïtat i amb una certa regularitat. Aquestes formes es repeteixen, tant al tram final del barranc, com aigües amunt, on estan realçades per la trajectòria meandritzant del torrent. Les formes còncaves localitzades a les parets verticals coincideixen amb zones de fracturació vertical de direccions aproximades NNE-SSW i que aprofiten enfonsaments de tipus càrstic (Fig. 12.5).

Aquests enfonsaments vénen controlats pel desenvolupament de dolines amb conductes verticals a favor de la fracturació que es relacionen amb conductes freàtics horitzontals situats al nivell de la mar. El tipus i la morfologia dels enfonsaments esdevé especialment visible a l'actual línia de costa on la seva trajectòria, de més a més, hi fa molt

palès el paper de la fracturació i el seu control en la distribució dels enfonsaments (Rosselló *et al.*, 2002).

### **Model d'evolució**

Cala de Sant Llorenç i cala Galdana representen dos estadis evolutius, inicial i ja desenvolupat o madur, respectivament, de la formació d'un tipus característic de cala en què el procés càrstic, el modelat fluvial, l'estructura i la dinàmica marina actuen en una interacció total.

La presència de cavitats càrstiques relacionades amb la morfogènesi litoral és un fenomen conegut a les illes Balears (Ginés, 2000) on ha despertat darrerament molt d'interès científic per diversos motius. L'exploració subaquàtica de diverses cavitats (Gràcia *et al.*, 2000) ha posat de manifest tota una sèrie de conductes i cavitats que segueixen un traçat paral·lel a la actual línia de costa, així com conductes que ressegueixen la llera dels torrents a una certa profunditat. Aquesta disposició, coneguda i descrita en altres zones, especialment tropicals (Whitaker i Smart, 1990; Mylroie i Carew, 1990), és deguda a la dissolució preferent que té lloc en els aqüífers marins carbonatats litorals en la zona propícia a la mescla d'aigües (Smart i Whitaker, 1991). En conseqüència, a la zona costanera s'hi desenvolupa tot un seguit de cavitats que se relacionen amb la falca d'intrusió marina, localitzades de forma paral·lela a la costa. Aquesta intrusió evidentment presenta indentacions depenents de la dinàmica fluvial i de les variacions texturals del rocam.

El procés càrstic s'ha de relacionar forçosament amb la fracturació i/o el diaclasament. Admesa una estructuració distensiva a la zona central del Migjorn de Menorca, perpendicular a la línia de costa (Gelabert, 2003), aquella ha afavorit la circulació i per tant la dissolució, en direcció a terra, gràcies a la canalització preferent del flux a través de la discontinuïtat que representen aquestes fractures (Back *et al.*, 1984). La digitació de les cavitats càrstiques per aquest mecanisme debilita la roca i afavoreix l'activitat erosiva marina amb

la conseqüent captura de les cavitats i els conductes per la mar, donant lloc a l'inici i desenvolupament d'entrades marines que podrien acabar en cales. Al cas del Migjorn, sembla clar que bona part de la formació de les cales té molt a veure amb l'aprofitament de conductes i cavitats freàtiques.

Els conductes freàtics es formen seguint el pendent deposicional dels materials calcarenífics miocènics per dissolució preferent (alternança amb nivells més lutítics, més impermeables) a través del diaclasament ver-

tical i assoleixen el màxim desenvolupament en moments d'estabilització marina del Plio-Quaternari. La variabilitat glacioeustàtica d'aquest període donaria lloc a la superposició de nivells de dissolució, localitzats a cotes diferents, que afavoririen la formació de canyons càrstics, depressions o dolines i el seu col·lapse, probablement a causa de la pèrdua de suport hidràulic en episodis regressius (sobretot en penya-segats d'una certa altària). El mecanisme de formació no seria únic, sinó que el resultat final correspondria a una

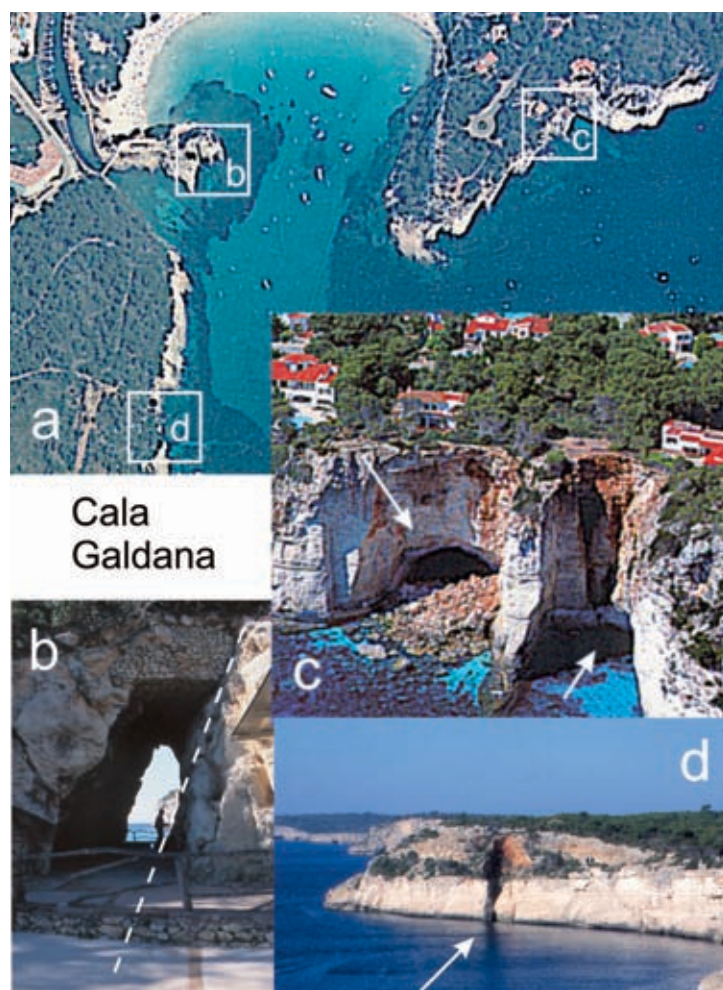


Fig. 12.5. Visió aèria de cala Galdana amb les característiques càrstiques associades. (b) conducte freàtic dependent de la fracturació; (c) dolines de col·lapse relacionades amb conductes freàtics; (d) incidència de la fracturació en la localització dels processos càrstics.

munió i interacció de processos (entre ells el fluvial) i formes que derivarien en la formació de la cala i barranc associat (Fig. 12.6).

Així, les etapes regressives implicarien el col·lapse i l'acceleració dels processos de desmantellament, mentre que durant els episodis transgressius es produiria la invasió per part de la mar de les zones més deprimides provocant de més a més el rebliment dels barrancs (Fornós *et al.*, 1998 i aquest mateix volum). La forma final de planta circular o el·líptica de les cales, així com el límits de les parets verticals que les envolten i també les dels principals barrancs del Migjorn, donen suport a una interpretació genètica remarcadament càrstica amb formació i enfonçament de cavitats i conductes. Cal dir, tanmateix, que la forma resultant no és exclusiva, sinó

que hi ha una gran variabilitat, fruit de la combinació amb els processos fluvials, la dinàmica marina, l'estructuració tectònica, l'alternança textural litològica i l'evolució quaternària del nivell de la mar.

## EL MESOMODELAT

Hem englobat aquí com a mesomodelat del litoral tot el conjunt de formes litorals d'ordre decamètric i que, en molts casos, pot correspondre a l'estadi inicial de desenvolupament del macromodelat i/o la seva expressió, en penya-segats de petita o mitjana escala. També, en aquest cas, diferenciam les formes condicionades per la fracturació i/o el diaclasmament i pels processos de dissolució càrstica.

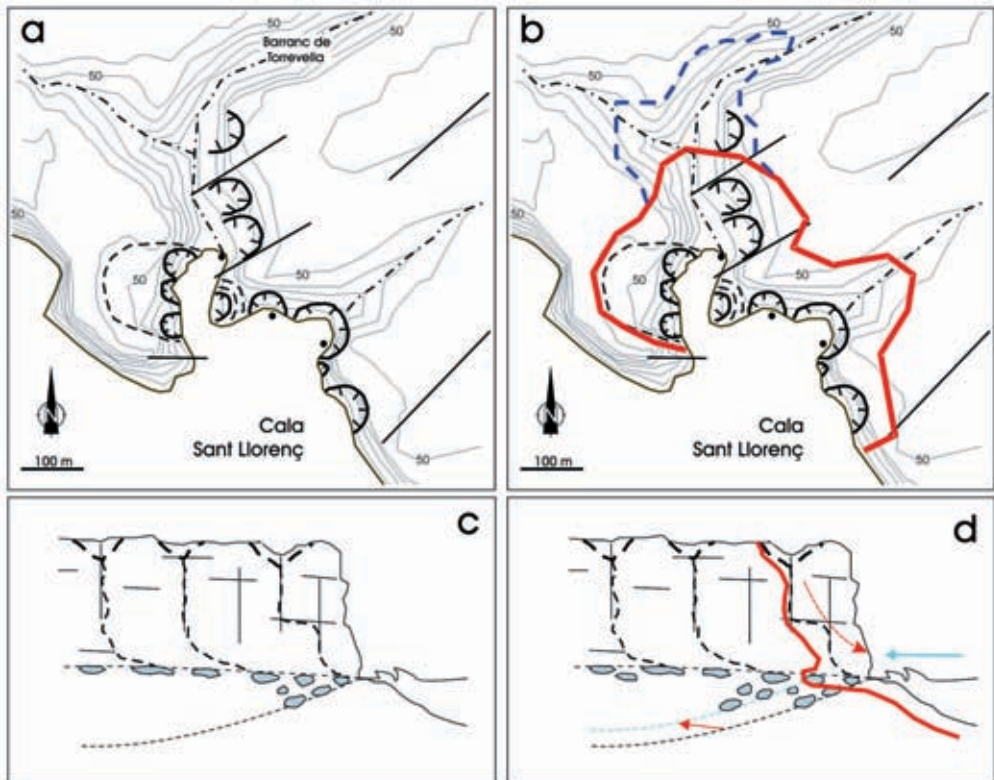


Fig. 12.6. Model evolutiu de formació d'una cala a partir de la convergència dels processos càrstics, fluvials i la dinàmica marina. Vista en planta de l'estadi inicial (a) i més evolucionat (b) i secció ideal (c) i (d) respectivament.

Fig. 12.7. La fracturació i els materials presents condicionen i propicien el modelat del litoral (a: cala Mitjana; b: Atàlitx) per l'acció de la dinàmica marina.



La freqüent presència de dos sistemes de fracturació, aproximadament perpendiculars i de direccions variables al llarg de tota la costa del Migjorn, com s'ha comentat abans, explica que bona part dels penya-segats mostri un traçat en ziga-zaga, degut al desmantellament preferencial mecànic, produït per l'acció marina en la conjunció dels sistemes de diaclasma (Fig. 12.7a). Aquest fet s'acusa especialment a la costa meridional on els penya-segats verticals no assolixen gaire altària. Les parets verticalitzades en continuïtat longitudinal rarament superen el centenar de metres; el trencament i l'esllavissada pel pla de diaclasma

ment hi deixa un pla net. A la vegada, allà on les fàcies aflorants corresponen a la Unitat Inferior de Barres, més fàcilment erosionables per l'acció marina, la incisió preferent afavoreix formes més arrodonides i en general, d'aspecte més caòtic (Fig. 12.7b).

A part de l'empremta de la fracturació, allà on la costa rocosa és relativament baixa (normalment, 4 o 5 m) i sovint esglaonada, es comprova la reiterada acció indirecta del carst. Es tracta d'una línia de costa més o menys rectilínia però que, a escala decamètrica-hectomètrica, és molt irregular formant entrades i sortides a mode de cales i caps.

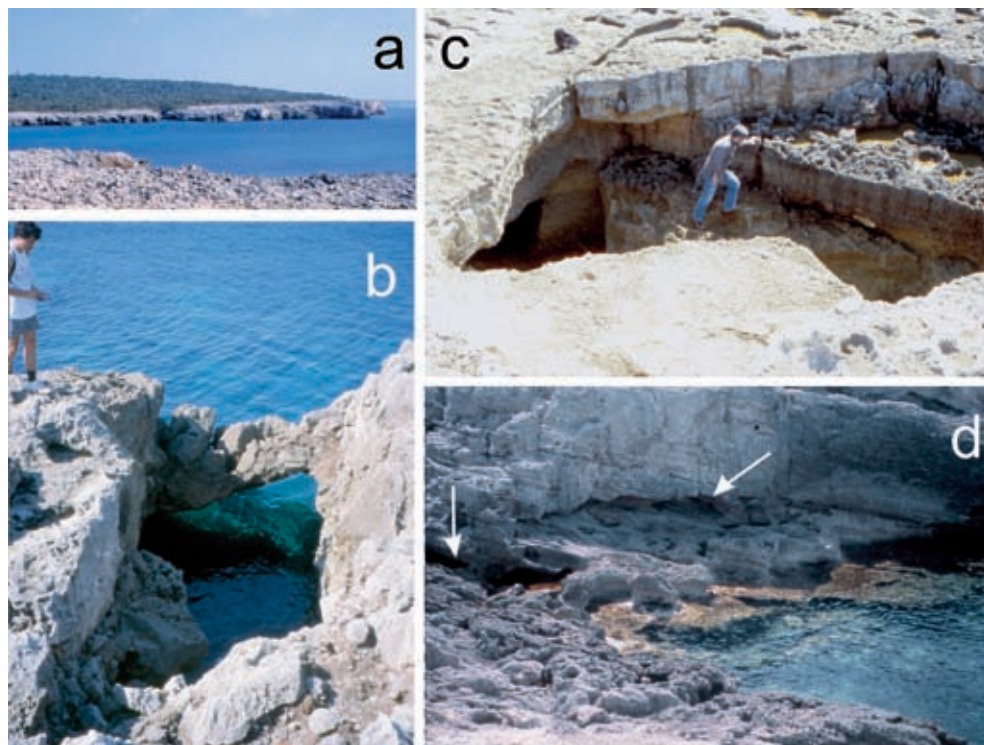


Fig. 12.8. Els fenòmens càrstics són omnipresents a mesoescala (a: aspecte del litoral a la cala des Talaier; b: fractura, conducte càrstic i col·lapse; c: col·lapse de cavitats; d: captura de conductes freàtics).

Aquest tipus molt característic de formes, per exemple al tram comprès entre el cap d'Artrux i l'arenal de Son Saura, vindria donat per la dissolució preferent a la zona de mescla de l'aigua freàtica amb la de mar, amb formació de cavitats relacionades amb aquest nivell, paral·leles a la línia de costa. L'abundància de fractures o diàclasis facilitaria el flux d'aigües freàtiques i crearia una xarxa arborescent de conductes cap a la direcció marcada per la direcció estructural. L'activitat dinàmica marina, amb posterioritat, excavaria i capturaria aquestes cavitats i produiria el fistoneig amb una evolució similar a l'exposada per Back *et al.* (1984). El model d'evolució seria, a una altra escala, similar al descrit per al macromodelat.

La interacció entre la fracturació i el carst és també perceptible quan bona part dels con-

ductes freàtics, localitzats a l'actual nivell marí i que empren la fracturació preexistent, conflueixen a la línia de costa on la dinàmica marina n'aprofita la debilitat. En aquest cas s'obrin concavitats, en general de poca importància, que puntualment arriben a formar ponts (especialment si hi ha captura de cavitat càrstica), bufadors o altres singularitats (Fig. 12.8).

### EL MICROMODELAT

Finalment cal considerar dins la morfologia litoral tot aquell seguit de formes (microformes) d'ordre mètric o inferior desenvolupades per processos de meteorització sobre les roques carbonatades en les quals la dissolució, juntament amb l'activitat biològica, hi té un paper primordial. Aquestes formes que són

molt freqüents quan la costa rocosa conté plataformes, replans o bé penya-segats de poca altària, s'engloben dins del denominat *karren* (lapiaz o rascler) litoral (Ginés, 2000; Gómez-Pujol, 2001). Hi entren totes aquelles formes, microformes i conjunts de microformes (Fig. 12.9) que es desenvolupen sobre la costa rocosa des de la zona supralitoral (on l'influx marí remodelaria la formació del criptolapiaz) a la intermareal o mesolitoral i infralitoral (on hi hauria un predomini dels processos marins).

Totes les formes del karren, al qual no entrarem (vegeu Gómez-Pujol i Fornós en aquest mateix volum), experimenten un procés genètic molt complex al que intervenen, a part de la dissolució, d'altres processos com l'acció física de l'onatge, l'acció fisicoquímica de l'espri marí i, sobretot, l'activitat biològica (Viles, 1988). Donat el gradient perpendicular a la

línia de costa de tots aquests processos, la disposició de les formes hi mostra un clar paral·lelisme i s'estableix una clara zonació, només trencada puntualment en la vertical, per la presència de microhàbitats condicionats per la freqüència de diàclasis.

L'existència d'aquestes microformes depèn de la disposició general de la costa rocosa i de la presència o absència de penya-segats. Així, el seu major desenvolupament es dona a tota la zona del Migjorn, tant sobre les calcarenites miocèniques com sobre els escadussers afloraments d'eolianites plistocèniques. El paper més remarcable correspon als sectors occidental i oriental, coincidint amb les cotes més baixes dels penya-segats, mentre que al sector central, ja sia per una composició més lutítica (calcisiltites) ja sia per la verticalitat d'ordre decamètric, és tan sols testimonial.

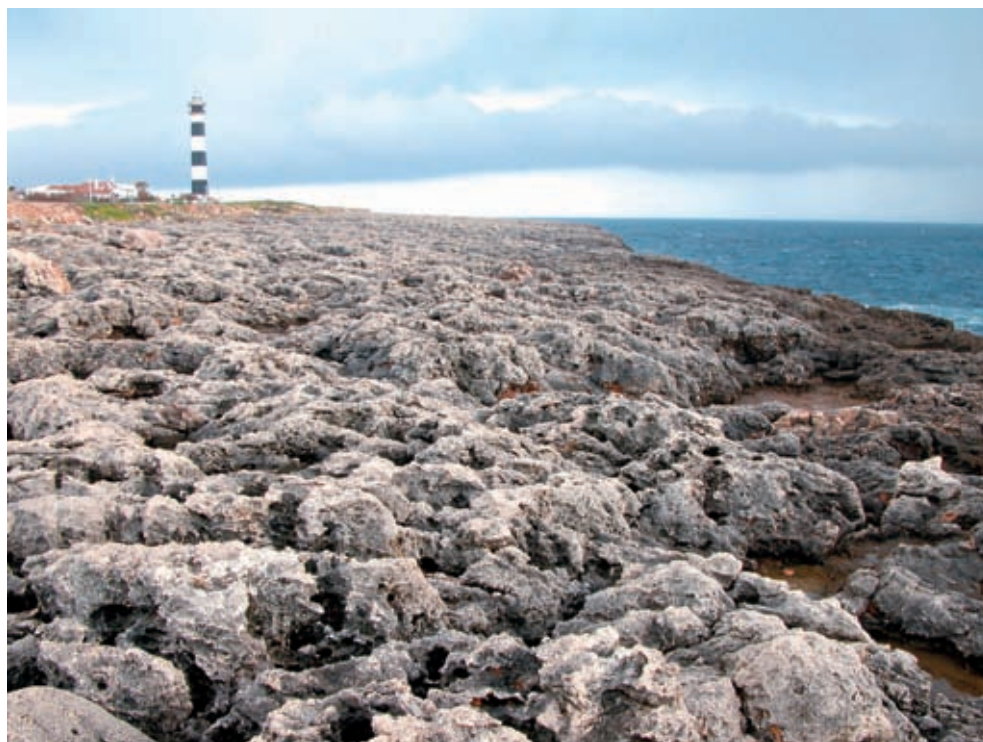


Fig. 12.9. Karren o lapiaz litoral ben desenvolupat sobre la Unitat d'Esculls a la zona del cap d'Artrutx.

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la Direcció General d'Investigació del Ministeri de Ciència i Tecnologia BTE2002-04552-C03-02: "El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares, Valencia y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino".

## BIBLIOGRAFIA

- BACK, W., HANSHAW, B.B. i VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the Eastern Coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. En: La Fleur, R.G. (ed.) *Groundwater as a Geomorphic Agent*. Allen and Unwin, Inc. London. The Binghamton Symposia in Geomorphology: International Series, 13(12): 281-293.
- BOURROUILH, R. 1983. 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. In : *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 99. 672 pp.
- FORNÓS, J.J. 2003. El karst y la evolución del litoral del Migjorn de Menorca. A: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (editores), *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. AGE, Universitat de València – Societat d'Història Natural de les Balears, 8: 101-110.
- FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PONS, G.X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PÉREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F., i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic de la vall incisa del barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- GARCÍA SENZ, J.M. 1985. *Estudio geomorfológico del karst del Migjorn menorquin*. Tesi de Llicenciatura. Departament de Geodinàmica Externa e Hidrogeologia. Universitat Autònoma de Barcelona, 51 pp. Inèdita.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca. Las zonas de Tramuntana y Migjorn. A: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (editores), *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. AGE, Universitat de València – Societat d'Història Natural de les Balears, 8: 39-48.
- GINÉS, J. 2000. *El karst litoral en el Levante de Mallorca; una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Inèdita.
- GÓMEZ-PUJOL, LL. i FORNÓS, J.J. 2001. Les microformes de meteorització del litoral calcari de Mallorca: Aproximació a la seva sistematització. *Endins*, 24: 169-185.
- GRÀCIA, F., CLAMOR, B. i LAVERGNE, J.J. 2000. Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- MYLROIE, J.E. i CAREW, J.L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*. 15: 413-424.
- PENCK, A. 1894. *Morphologie der Erdoberfläch*. Engelhorn. Stuttgart.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstone on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- ROCA, E. 1992. *L'estructura de la conca Catalano-Balear: paper de la compressió i de la distensió en la seva gènesi*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona. 330 pp.
- ROSELL, J. i LLOPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió Dacs, Indústria Gràfica, SA. Montcada i Reixac. 279 pp.
- ROSSELLÓ, V.M. 2003. Las calas y la costa del Migjorn. A: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (editores), *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. AGE, Universitat de València – Societat d'Història Natural de les Balears, 8: 87-100.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E., i RODRÍGUEZ-PÉREA, A. 1997. Elementos morfogénéticos de las calas y barrancos del sur de Menorca. Dinámica Litoral, *Actas del XV Congreso de Geógrafos Españoles, Santiago, 15-19 Set*. Universidad de Santiago de Compostela, 1: 245-255.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., GELABERT, B., GIMÉNEZ, J., GINÉS, J., PARDO, J.E. i SEGURA, F. 2002. El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares. In: Carrasco, F., Durán, J.J. y Andreo, B. (Eds.) *Karst and Environment*, 329-335.
- SMART, P.L. i WHITAKER, F.F. 1991. Karst processes, hydrology and porosity evolution. In: *Palaeokarsts and Palaeokarstic Reservoirs*. (ed. V.P. Wright, M. Esteban y P.L. Smart), P.R.I.S. Occ. Publ. Series, 2: 1-54. University of Reading.
- VILES, H. 1988. *Biogeomorphology*. Blackwell. Oxford. 365 pp.
- WHITAKER, F.F. i SMART P.L. 1990. Active circulation of saline ground waters in carbonate platforms: Evidence from the Great Bahama Bank. *Geology*, 18: 200-203.
- WOODROFFE, C.D. 2003. *Coasts. Form, process and Evolution*. Cambridge University Press. 622 pp.



## L'ACCIÓ DEL VENT

### Sistemes dunars actuals i eolianites

Jaume Servera<sup>1</sup> i Jorge Riquelme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears*

<sup>2</sup> *Departament de Geografia. Universitat de València*

#### INTRODUCCIÓ

Menorca és un espai insular fortament influenciat per la dinàmica eòlica: el vent penetra a l'interior d'un paisatge relativament pla, gairebé des de totes les direccions, sense trobar-hi grans barreres muntanyoses que puguin fer d'obstacle. Dins del context del Migjorn, dos aspectes principals condicionen l'acció del vent en funció dels tipus de relleu, la importància de la tramuntana i els efectes locals de canalització del flux. En el primer cas, els sectors occidental i oriental, són molt més plans, amb costes de penya-segats baixos i mitjans, sense obstacles al flux eòlic, i on es constata la importància del transport N-S de les arenes en l'actualitat (Servera, 1997). Els efectes locals de canalització del flux, dins dels profunds canyons fluvio-càrstics i les cales, són molt més acusats en el sector central, on les diferències d'alçària i l'efecte barrera dels penya-segats protegeixen i desvien els fluxos amb una major eficàcia que en els sectors occidental i oriental del Migjorn.

Menorca té un clima temperat, amb una marcada estacionalitat típicament mediterrània quant a la humitat, que és menys pronunciada quant a les temperatures degut a la seva situació central dins de la conca del

Mediterrani Occidental. L'illa fa gala del tòpic de ser l'illa més ventosa de les Balears i també de ser aquella on més influeix la tramuntana sobre el desenvolupament del medi i de la vida (Jansà, 1979). Segons les dades obtingudes a les observacions de les 06, 12 i 18 h (TMG), fetes a l'aeroport de Menorca des del 1961 al 1971 (Jansà, 1979); més del 75 % de dies bufa vent, mentre que les calmes tan sols corresponen a un 23,4 % dels dies de l'any. Per al vent mitjà anual la direcció més freqüent és la de N (24,4 %), seguida de la SW (15,7 %), NE (13,8 %), W (12,1 %), etc. Pel que fa a la velocitat del vent, les més freqüents es troben en l'interval entre els 19 i 31 km/h (30,1 %), seguides per l'interval entre 12 i 19 km/h (28,2 %). Els vents forts amb velocitats entre els 30 i 50 km/h representen el 13,5 %, mentre que els vents de temporal que superen els 50 km/h només arriben al 2,2 %. Malgrat que en qualsevol velocitat predomina la direcció N, aquesta destaca en els vents forts amb una freqüència del 43,7 %, seguida de la direcció SW amb un 16,5 %. L'hegemonia de la component N és pràcticament absoluta en els vents superiors als 50 km/h que representen el 68,4 %, seguida per les components NE, SW i W amb 10,5 % cadascuna.

L'illa també es diferencia en la importància dels sistemes platja-duna actuals, que són

Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V. M. (eds.), 2004, *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 213-234.

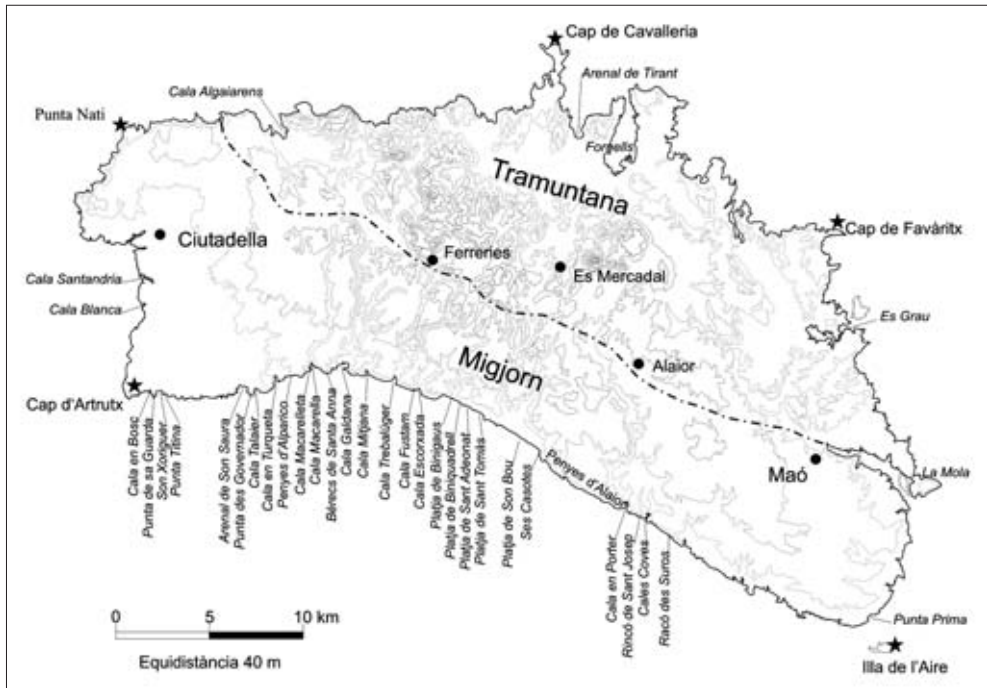


Fig. 13.1. Mapa de les localitzacions citades en aquest capítol.

més nombrosos a la regió de Tramuntana que no a la del Migjorn. Una altra vegada s'ha de culpar, potser, la topografia i la seva relació amb el sistema litoral, com un dels factors que actuen diferencialment a Menorca. Les condicions per a que es trobin sistemes platja-duna d'una certa entitat, depenen de que els processos de deposició i de transport litoral acumulin arenes a les platges, de forma que el vent pugui actuar eficaçment. Tenint present que el litoral és generalment de penya-segats baixos i mitjans, és fàcil entreveure que al Migjorn no han de ser abundants els sistemes platja-duna. Hi ha poques formes d'acumulació, excepte en les entrades de les cales, a les costes baixes de Binigaus i Sant Tomàs, i al sistema de restinga-albufera de Son Bou. Així i tot, en cada un dels indrets costaners en què es donen les condicions topogràfiques adequades, en la transició de l'àmbit submergit al subaeri si hi ha disponibilitat de sediment arenós, hi trobem forma-

cions de platges i/o sistemes platja-duna. Encara que són molt nombrosos els entrants de mar cap a terra que en la seva part més pregona presenten aquesta formació, tots ocupen unes superfícies relativament petites.

Els sistemes platja-duna són ambients molt dinàmics on es donen variacions de les formes deposicionals a una diferent escala temporal. Així aquests ambients tenen canvis molt ràpids, en qüestió de hores, com poden ser els moviments de les barres arenoses de la platja submergida, i canvis lents, mil·lenaris, com pot ser l'ampliació o reducció del camp de dunes. Tots aquests processos responen a la natural recerca de l'equilibri o l'estabilitat de la línia de costa, entesa com un balanç sedimentari, on les pèrdues es compensen amb les entrades. Malgrat tot, la variabilitat dels agents que intervenen a curt i mitjà termini i dels factors a llarg termini, fan que la recerca de l'equilibri i estabilitat de la línia de costa sigui permanent, i que la dinàmica

dels sistemes dugui a una persistent adaptació sincrònica de totes les formes a les potencials variacions ambientals. En darrera instància, dins el complex dinamisme d'aquests litorals, l'existència i els trets definitoris dels sistemes platja-duna actuals estan lligats al factor clau del nivell relatiu de la mar. A mitjà o llarg termini el comportament regressiu o transgressiu de la mar marca una pauta molt important en el balanç sedimentari. Una variació de signe regressiu afavoreix un excendent en el sistema, ja que progressivament queda al descobert la platja submergida. Durant aquests períodes de tendència regressiva la dinàmica eòlica actua construint les formes dunars que constitueixen una gran part de la zona emergida del sistema. En un sentit oposat, en èpoques de signe transgressiu s'acusa un dèficit de sediment. És en aquestes circumstàncies que es facilita el retorn del material dunar a la zona de platja submergida.

Com a conseqüència del que hem exposat, els canvis dels factors ambientals, provocats pels cicles climàtics quaternaris, han donat lloc als dipòsits d'eolianites plistocèniques, resultat de la disfuncionalitat progressiva dels camps de dunes que havien estat excedents sedimentaris en les fases regressives glacials. En aquest marc teòric són gairebé simultanis duna fòssil plistocènica i nivell baix de la mar, com sol representar-se a les interpretacions cronoestratigràfiques clàssiques. Ara bé, no sempre calen oscil·lacions del nivell de la mar com les concomitants a un període glacial per a tenir una construcció dunar. Les pulsacions interestadials i els moments d'equilibri temporal en les corbes generals dels períodes glacials poden donar les condicions d'estabilitat geomorfològica i superàvit sedimentari, amb una resposta ràpida del sistema eòlic, suficient per a que es formin aquests dipòsits i puguin consolidar-se. Tal com s'esdevé en els sistemes platja-duna actuals, que han estat construïts com a resultat de les regressions i transgressions del nivell de la mar provocades per les pulsacions i oscil·lacions climàtiques de l'Holocè. Més encara, la presència de diferents genera-

cions de dipòsits en els camps dunars actuals es deu a que cap transgressió del nivell de la mar provocada per les pulsacions més recents ha superat el nivell assolit en el màxim flandrià, ara fa uns 6000 anys. Això implica que, com més recent ha estat l'oscil·lació, menor magnitud ha presentat, cosa que ha permès l'acoblament en horitzontal de les diferents generacions de dunes que hi trobem construïdes.

Dècades de treball han consolidat dins del Mediterrani una línia d'investigació que, arrancant de l'estudi dels jaciments de dunes i platges plistocèniques i la seva interrelació amb medis morfogènics terrestres, dona per a reconstruir els canvis del nivell de la mar i subministrar dades paleoambientals i paleoclimàtiques. Dins les zones d'estudi preferencials, per abundància de dipòsits o per existir-hi equips d'investigació, trobam el litoral valencià (Sanjaume, 1985; Fumanal *et al.*, 1993; Goy *et al.*, 1993; Rosselló *et al.*, 1995; Riquelme i Blázquez, 2002), tunisià (Bourgou, 1982; Paskoff i Sanlaville, 1983; Paskoff, 1996), l'egipcià (El Asmar, 1994), l'israelià i el libanès (Horowitz, 1979; Sanlaville, 1971; Gvirtzman *et al.*, 1983), i de forma destacada el litoral balear. Des de les aportacions del binomi Butzer i Cuerda (1962; 1975; 1983; 1985) que entre els 1960 i 1980, usant elements paleontològics i estratigràfics, proporcionaren una cronoestratigrafia dels dipòsits litorals plistocènics mallorquins, dividida en fases continentals i marines, als que es poden afegir els estudis a les Pitiüses de Henningsen *et al.* (1981), s'han succeït tota una sèrie de recerques que incideixen en aspectes sedimentològics, morfològics i paleontològics del litoral balear (Calvet i Esteban, 1977; Pomar i Cuerda, 1979; Fornós *et al.*, 1986; Servera, 1997; Gràcia i Vicens, 1998) que l'han convertit en un marc fecund d'investigació del medi litoral quaternari. Ara bé, en aquest context l'illa de Menorca ha quedat relativament al marge, en contrast amb la relativa abundància d'estudis a la resta del territori insular. Les aportacions referides al quaternari eòlic menorquí es basen principalment en aspectes descriptius, paleontològics i cronoestratigràfics

generals dels jaciments de dunes fòssils (Mercadal, 1959; 1966; Cuerda *et al.*, 1966; Mercadal *et al.*, 1970; Servera, 1997; Rossell i Llompart, 2002), dins dels quals els diferents autors citen tres generacions plistocèniques i una holocènica. Encara que la majoria d'aquests dipòsits es localitzen a Tramuntana (Fornells, Algaiarens, es Grau-es Tamarells, s'arenal de Tirant, etc.), també es troben al Migjorn (cala Galdana, es Bèrecs de Santa Anna, Trebalúger, Son Saura, Binigaus-Son Bou, etc.), però manquen aproximacions sistemàtiques amb estudis sedimentològics, morfològics i estratigràfics que autoritzin una perspectiva general del conjunt de l'illa i del Migjorn com a subespai amb característiques pròpies.

L'estudi dels sistemes platja-duna actuals del litoral balear, es troba en fase de consolidació en l'aspecte de delimitació d'espais, formes i processos, quedant oberts els estudis dinàmics i sedimentològics. La tendència en nombre d'aportacions al coneixement dels sistemes platja-duna holocènics de Menorca, no difereix gaire de la pobra situació en què es troba el coneixement del Quaternari litoral i això que la diversitat i qualitat d'aquests espais litorals menorquins des del punt de vista científic els fa molt atractius. Una primera referència molt puntual i descriptiva del conjunt de camps dunars com a processos actius de Menorca, la realitzen Obrador i Mercadal (1979) al volum de Geografia Física de l'*Enciclopèdia de Menorca*. Entre els pocs treballs específics relacionats amb la regió del Migjorn, trobem una avaluació geoambiental dels camps dunars de majors dimensions de Menorca realitzada per J. Rita, A. Rodríguez-Perea i J. Tebar (1988), comunicació inèdita a un col·loqui internacional (Tebar, Rita i Rodríguez-Perea, 1991). Com a estudi morfològic sistemàtic, cal destacar l'apartat dedicat a Menorca de la tesi doctoral de J. Servera (1997). Finalment i de forma més recent, s'ha realitzat un estudi sedimentològic de les platges de Menorca, per Ll. Gómez, P. Balaguer, J. Mateu i F. X. Roig (2000), resumit en aquest llibre.

Des del punt de vista de la morfologia dels sistemes platja-duna i del context estruc-

tural i sedimentari del litoral immediat, hem observat amb el treball de camp i la bibliografia que, en funció del tipus de costa, de fons de cala alta, cala oberta, penya-segat baix o mitjà i restinga-albufera (Rosselló, 2003), es poden definir al Migjorn una sèrie de models de camps dunars fòssils i actuals que, si bé no són únics, sí que suggereixen extrems de relació entre la dinàmica marina i eòlica amb el relleu del medi submergit i del continental immediat. En aquest estudi comentarem els dipòsits d'eolianites i sistemes platja-duna actuals en funció d'eixos modèlics, a fi de poder comparar, en un intent d'actualisme i de generalització, els elements morfològics que ens portin a una comprensió sistemàtica de processos i formes i això ens deixi obrir les línies d'estudi futures. La relació de localitzacions es mostra al mapa de la figura 13.1.

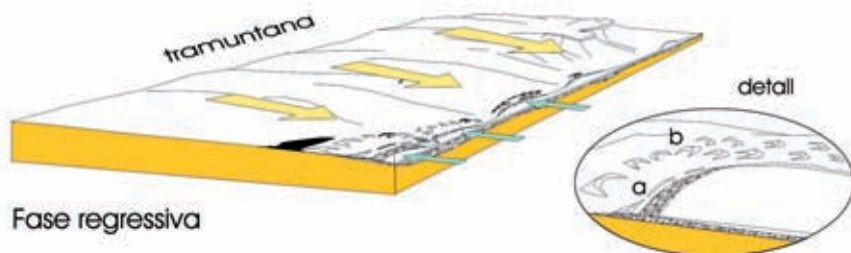
## DIPÒSITS D'EOLIANITES

Hem comentat a grans trets en l'apartat introductor l'existència de jaciments dunars plistocènics i holocènics, allà on la morfologia costanera i les dinàmiques marina i eòlica, han construït i mantingut els dipòsits. Degut a les diferències morfològiques clares entre els sectors central i els extrems occidental i oriental del Migjorn, com també l'especificitat del tram Binigaus-Son Bou, a la relativa imprecisió de la cronologia atribuïda a les dunes i a la constatació de continuïtat morfològica dels sistemes dunars plistocènics i holocènics estudiats, classificam en aquest apartat els diferents sistemes dunars fòssils d'acord amb el tipus de litoral actual.

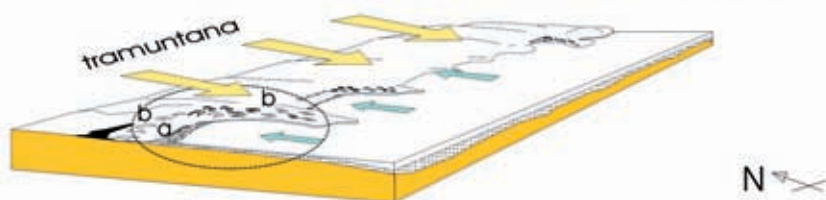
## Jaciments de fons de cala alta i entorn de canyó fluvicàrstic

En aquest model (Fig. 13.2) la relació entre l'acumulació d'arena en les platges i el medi estructural i fluvicàrstic, emmarcat pel encanyonament dels barrancs immediats, que canalitzen el transport eòlic, el sistema dunar

### Model de cala baixa

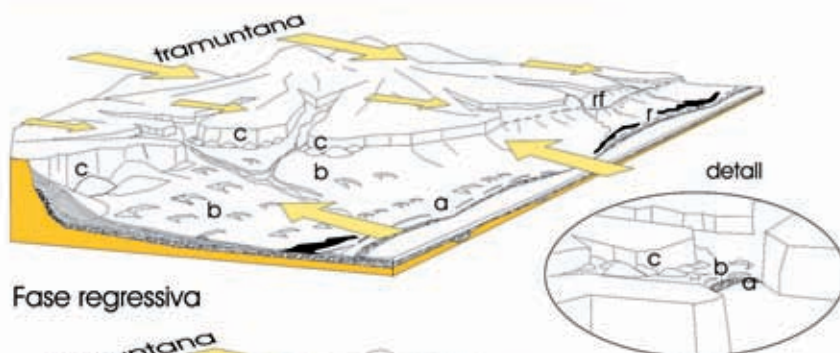


Fase regressiva

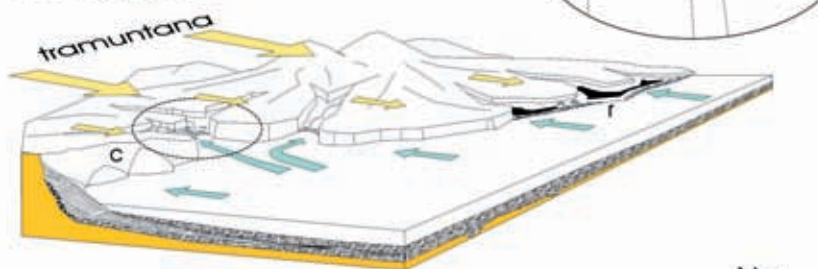


Fase transgressiva

### Model de cala alta i Binigaus - Son Bou



Fase regressiva



Fase transgressiva



Fig. 13.2. Presentam els models de sistema dunar de cala baixa i cala alta, en les fases regressives i transgressives del cicle glacioeustàtic respectivament, en relació amb el vent de tramuntana. Llegendari: 1) relleu miocènic, 2) sediments marins i de platja 3) acumulacions eòliques, 4) sediments d'albufera, a) sistemes dunars litorals, b) sistemes dunars progredint terra endins, c) sistemes dunars grimpadors, r) sistemes dunars associats a restinga i rf) sistemes dunars associats a restingues fòssils.

passa d'una *foredune* a dunes grimpadores condicionades pel relleu específic i empeses pel vent dominant. Dins d'aquest model entrarien els dipòsits de sis indrets.

**CALA MACARELLA.** Es tracta d'un dipòsit d'uns quatre metres de potència situat en el límit W de la platja en contacte amb el cantell miocènic fossilitzat per un dipòsit de vessant quaternari. De l'observació de les estructures internes es dedueix que l'edifici dunar es va formar arrancant d'un nivell del mar més baix que l'actual. Les dunes associades a aquella platja es desenvoluparen en un sistema que va migrar terra endins, fins a recobrir els marges de la cala oberts al SE. La presència de *foresets* de sotavent, allà on el relleu miocènic és més acusat, i els *topsets* grimpants típics que s'hi superposaren, apunten que el procés migratori va incloure formes eco, que s'han d'entendre com un pas previ a la regularització de les variables morfològiques per la

dinàmica eòlica. Els efectes locals de desviació dels fluxos i la barrera del relleu miocènic impliquen l'existència de crestes dunars separades del marge rocós, que evolucionen a dunes grimpants típiques, una vegada superat el llindar de l'obstacle.

La roca és una biocalcarenita de color crema, relativament consolidada en la que abunden macrorestes de bivalves i equinoderms, i que presenta poca rubefacció comparada amb les altres dunes fòssils estudiades en aquest tram del Migjorn. No se n'ha detallat la cronologia, però es tracta d'un sistema pliocènic format almenys a partir de l'últim interglaciari, ja que el model d'acomodació d'aquest tipus de litoral correspon a un reblliment d'estuari que, com a mínim, té 8 m de profunditat prop del jaciment (Fornós, 2000), fet que, junt amb la dimensió de l'edifici dunar, els necessaris nivells de creixement del mateix el situen en una fase de regressió



Fig. 13.3. Dunes fòssils a cala Galdana. S'hi pot observar el contacte dels sets eòlics amb el paleopenya-segat miocènic.

no datada. L'existència d'un dipòsit de vessant prou consolidat posterior, que fossilitza les dunes, reforça aquesta idea.

CALA GALDANA. Són dos jaciments separats devers 200 m un de l'altre, adossats al penya-segat miocènic a la banda W de la cala, i que d'acord amb la seva posició estratigràfica i altitudinal, cal considerar com a distints. El primer, visitat per Mercadal (1959), està recolzat al penya-segat i correspondria a una duna regressional posterior a la platja que Cuerda *et al.* (1966) daten al Tirrenià II la qual, gràcies als còdols inclosos, indica que es va formar simultàniament que s'activaven els processos de vessant del talús superior (Fig.13.3). Aquest dipòsit s'estén al llarg d'uns 100 m en el costat W de la cala, de la desembocadura del barranc d'Algendar cap al S. En el tram més al N, aflora el contacte amb el dipòsit de platja comentat, però el nivell de base de l'edifici canvia cap al S, cosa que suggereix una major profunditat mar endins, en funció de la topografia de la cala que la regressió deixà emergida. Les estructures dunars són grimpants i s'adapten al contorn dels blocs despresos del talús superior. Tot el dipòsit es troba exposat al SSE i la mesura dels sets indica paleovents d'aqueix component, que oscil·la entre els 150 i 170°, malgrat que geomètricament el morro de Llevant bloqueja en part la influència des d'aquestes direccions; aquest fet suggereix una canalització del flux adaptada a la disposició topogràfica de cala Galdana. El material és una calcarenita biolitolàstica molt consolidada i de color rosat, heteromètrica, amb presència de grans rodats i quars polits en medi eòlic. No hem observat discontinuïtats dins l'edifici dunar, que arriba fins als 8 m de potència en alguns punts, succeint-se les estructures de caràcter grimpador de forma concordant amb una acreció vertical de l'edifici dunar. És notable la presència de rizoconcrecions que són indicatiu d'una cobertura vegetal densa, una vegada l'edifici arribà a una situació estable, com també alguns encrostaments –caliche– blanc-rosats, que aprofiten els plans de cabussament interlaminars, i sobretot, allà on la duna contacta amb els blocs inserits per col·lapse dins de l'edifici.

El segon jaciment descrit per Cuerda *et al.* (1966) descansa directament damunt una platja fòssil atribuïda també al Tirrenià II, adossada a un paleopenya-segat en la banda oriental des racó des Mart. La sèrie és una transició platja-duna regressiva que es troba actualment penjada a +3-4 m del nivell de la mar i no concorda topogràficament amb el jaciment anterior, la base de la qual es troba, al costat de la desembocadura del barranc d'Algendar a nivell de la mar i més al S té la seva base clarament per sota. La duna incorpora blocs inserits del penya-segat miocènic i tan sols arriba a una potència d'1 m, però la diferència de nivells implica que el primer dipòsit és estratigràficament més jove i en principi no correlacionable, si exceptuam el factor disruptor d'una tectònica activa que no ha estat assenyalada fins aleshores.

CALA TREBALÚGER. A la banda esquerra de la cala es troben dipòsits d'una eolianita d'arenas vermelles, de textura heteromètrica i que es presenten mal classificades, majoritàriament compostes per quars i algunes calcàries rodades i aplanades. Les estructures són grimpadores i van ser dipositades des del SSW, adaptant-se al relleu de la plataforma miocènica, aprofitant l'existència d'un barranc que canalitzà els fluxos pels costats de la vessant. Les dunes actuals es comporten de forma similar, grimpant per damunt de les dunes plistocèniques. La competència del barranc de Trebalúger a l'hora d'aportar materials paleozoics des de Tramuntana i els productes de descalcificació del sistema càrstic del Migjorn serien els responsables del paper dels quars vermells d'aquesta duna fòssil, així com de la barreja d'origen dels grans (tant continentals com biotrítics marins) que la formen. Tota la superfície es troba plena de rizoconcrecions, i, tal com es veu a les dunes actuals, la coberta vegetal és abundant i responsable del procés de fixació dels edificis.

CALA EN TURQUETA, CALA MITJANA I CALA FUSTAM. També tenen restes d'eolianites en les mateixes condicions de fons de cala alta i un entorn de canyó fluvio-càrstic que canalitza i distorsiona els fluxos eòlics. Són tres jaciments que caldrà estudiar en detall en pròximes campanyes.

### Dunes grimpadores i dunes eco

Al llarg del tram central del litoral del Migjorn, on els penya-segats assoleixen unes quantes desenes de metres d'alçària i sovint gairebé la verticalitat, hi ha tota una sèrie de jaciments de dunes fòssils grimpadores, adossades directament. A vegades les trobem interdigitades amb dipòsits de vessant i en el cas de les coves de Sant Josep i els Bèrecs de Santa Anna, rebleixen parcialment coves formades per processos de col·lapse càrstic dins

dels materials miocènics. La característica morfològica principal n'és la presència d'estructures de *topssets translacionals* grimpadors i *foresets* de sobrevent relacionats amb els efectes d'eco. Aquests provenen de la desviació del flux eòlic enfront de la barrera del penya-segat, que per una banda redueix la competència del transport, al frenar el vent, i afavoreix per l'altra reflexos helicoïdals que mantenen separada la cresta de la duna del relleu. Aquest efecte minva quan el creixement de l'edifici dunar consegueix superar el

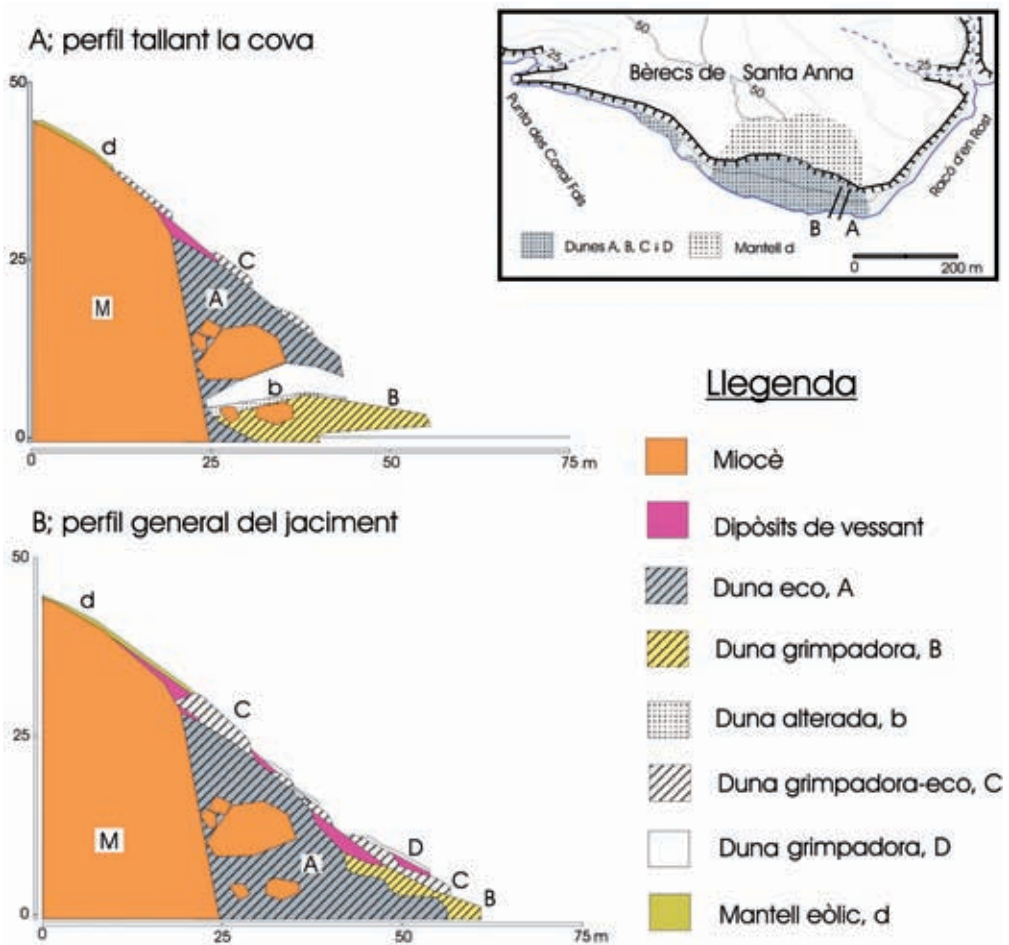


Fig 13.4. Situació, esquema morfològic i estratigrafia preliminar dels Bèrecs de Santa Anna. Presentam dos perfils ideals; A) tallant la cova i B) perfil general, per a facilitar la comprensió de l'evolució del jaciment al llarg de les successives fases eòliques. Explicació detallada dins el text.





Fig 13.5. Imatge de la cova dels Bèrecs de Santa Anna on s'observen els sets grimpadors i el buidament i posterior rebliment dels edificis dunars. A) Duna eco més antiga, B) duna grimpadora que va omplir la paleocova i b) la duna B alterada.

llindar de la barrera, moment que les dunes tornen a grimpar en *foresets*. En tots aquests casos tenim un nivell de base situat en l'actual plataforma continental en un moment regressiu dels cicles quaternaris i per tant ara sotaiguat. A causa de la inaccessibilitat d'alguns jaciments només hem pogut estudiar *in situ* es Bèrecs de Santa Anna.

**BÈRECS DE SANTA ANNA.** Mercadal (1960), seguint la cronologia alpina clàssica, cita aquest dipòsit com una duna rissiana, però només va poder identificar-hi una generació, quan de fet es tracta d'un edifici complex en el qual hem diferenciat almenys quatre generacions de dunes de cronologia indeterminada. L'estratigrafia preliminar que proposam (Fig.13.4) queda a l'espera de posteriors revisions. La implicació de dipòsits de vessant sin-sedimentaris i postsedimentaris, col·lapses càrstics decamètrics, rebliment de coves i superposició parcial posterosional dels diferents cossos dunars plistocènics dificulten l'esquema evolutiu general, deixant necessària-

ment oberta la cronologia fins que l'aplicació de datacions absolutes es pugui dur a terme.

El dipòsit estratigràficament més antic és una potent duna eco (A), d'uns 30-40 m de potència, la base i l'altura original de la qual no poden ser més que imaginades i que en un primer moment regressiu va grimpar fins a adossar-se al penya-segat. Rera un col·lapse càrstic amb caiguda de blocs decamètrics i un procés erosiu, probablement en un període transgressiu associat a una pulsació positiva del nivell de la mar, es desmantella parcialment. Posteriorment en un nou període regressiu, una segona duna (B) s'enfila damunt l'anterior amb *sets grimpadors* i cresques dunars que s'ajusten a la topografia prèvia, i rebleix parcialment la cova (Fig.13.5), tal com succeeix en altres llocs semblants del litoral mallorquí o valencià, es Buit-sa Foradada (Santanyí), sa cova des Sòtil (cala Bota, Manacor) o valencians, la cova Tallada (Dénia). En la cova s'ha desenvolupat un nivell d'alteració de l'eolianita (b), amb pene-

tració de material de descalcificació i encrosaments intersticials. Sin- o post-deposicionalment hi apareix un nivell d'enderrocs, conservat tant sols en part, on trobam tant blocs miocènics del penya-segat com de la duna anterior, i de l'evolució del vessant superior, en una matriu formada per arenas grogues i argiles vermelles de descalcificació que fossilitza l'edifici. Després d'un altre període erosiu trobam una tercera formació dunar (C) que grimpà fins arribar, com a mínim al nivell dels 30 m, on es veu una cresta de contacte amb *sets* de sobrevent. De forma parcial i de moment no definitiva, apuntam una quarta duna (D) damunt del talús que va fossilitzar l'anterior, en un nou esdeveniment regressiu, i que vessant amunt desenvolupà un mantell eòlic (d), que temptativament donam com a sinsedimentari. En tots els casos es tracta de calcarenites biolito-clàstiques de color ocre-rosat, amb abundància de quars cristal·lins i acaramel·lats polits en medi eòlic, relativament retreballats, que presenten fracció grava i còdols aïllats incorporats per processos gravitacionals. També en tots els casos els vents que les van generar provenien del SE, d'acord amb les estructures sedimentàries.

ES MARESOS DE SA MARJAL I D'ALPARICO. Es tracta de dos jaciments similars al dels Bèrecs de Santa Anna i que es conserven parcialment al peu dels penya-segats entre cala en Turqueta i cala Galdana (Fig.13.6). Ambdós edificis dunars es desenvoluparen en funció del ressalt del penya-segat i amb vents del sector SE. No s'hi ha pogut accedir des de terra, motiu pel qual el seu estudi detallat queda per a futures investigacions. Com denota el topònim, l'aprofitament com a pedreres es feia des de mar.

RINCÓ DES SUROS, CALES COVES I RINCÓ DE SANT JOSEP. Edificis similars als anteriors foren comentats per Mercadal (1966) i corresponen al tram occidental del sector central dels penya-segats mitjans i alts del Migjorn. El primer cas és citat com una duna grimpadora d'uns 15 m, fossilitzada per un talús conglomeràtic. El segon cas assenyalava una duna, també de 15 m de potència, adossada a un



Fig 13.6. Aspecte general de les restes del sistema dunar grimpador recolzat al penya-segat dels Maresos d'Alparico.

paleopenya-segat marí i en darrer lloc, al rincó de Sant Josep es destaquen successius nivells de paquets dunars que presenten cares de sobrevent, grimpants, i de sotavent, per efectes eco, en el seu desenvolupament en front del penya-segat miocènic. L'observació de perfils laterals i longitudinals ha estat possible gràcies a l'aprofitament històric com a pedrera. Hem de dir que també en aquests cas la limitada campanya deixa oberts a posteriors estudis els detalls dels jaciments.

### Jaciments de restinga albufera i altres

En tot el litoral de Migjorn l'únic tram que no forma part d'una costa de penya-segat o de cala és el tram de Sant Tomàs-Binigauss-Son Bou, en el que trobam un sistema de restinga-albufera holocè (Servera, 1997 i Segura *et al.*, 1999). Concretament a la platja de Binigauss hi ha un aflorament d'eolianita, fossilitzat per dunes holocèniques, que correspondria al sistema dunar d'una antiga restinga pliocènica. Es tracta d'una calcarenita bioclàstica, amb gasteròpods continentals i

còdols de gres triàsics, amb una densa xarxa de rizoconcrecions, fet pel que hem de pensar que va estar vegetada i va assolir prou estabilitat, encara que no suficient per a desenvolupar processos de pedogènesi. Malauradament l'aflorament és molt petit, tan sols d'un m de potència i no té continuïtat lateral visible més enllà d'un parell de metres; d'altra banda, les estructures dunars son massa escasses per a deduir-ne conclusions morfològiques.

A l'extrem oest de la platja de Son Bou, prop de la basílica, diversos autors (Muntaner, 1959; Mercadal *et al.*, 1970 i Segura *et al.*, 1999) citen en l'estratigrafia dels dipòsits quaternaris de ses Casotes, l'existència d'un nivell de calcarenita de platja i duna plisticènica, en la que nosaltres, a l'espera d'ulteriors anàlisis, només hem observat el nivell de platja plisticènica, bé perquè no va ser degudament determinada la seva adscripció eòlica, o perquè l'erosió i antropització d'aquests últims quaranta anys ha desmantellat l'aflorament, ja que ni la disposició de les estructures sedimentàries internes, ni el calibre i abundància dels macrorestes de fauna marina, permeten de moment la seva adscripció clara a un dipòsit de gènesi eòlica.

L'ILLA DE L'AIRE. Es tracta d'un camp de dunes fòssils que no hem pogut visitar i que es troba damunt del Miocè basal de la petita illa. La seva importància és palesa, no sols per la descripció de la troballa de copròlits de *Myotragus*, sinó també per la localització exposada a tramuntana, dominant un relleix topogràfic que tanca des del S, si seguim la isòbata de -10 m, una plataforma preflandriana en la que podria desenvolupar-se un sistema platja-duna grimpant sotmès a l'influx dels vents del N i NW.

LA MOLA. Damunt la Mola, a l'entrada del port de Maó, es troben restes de dunes antigues (Rosell i Llopart, 2002) que probablement grimpaven des del N, encara que la falta de continuïtat, més enllà dels vestigis visibles, degut a la posterior erosió, deixa la reconstrucció del possible edifici dunar com un exercici poc defensable sense ulteriors treballs.

## ELS SISTEMES PLATJA-DUNA HOLOCÈNICS I ACTUALS

Com ja hem comentat a la introducció, els sistemes dunars menorquins són generalment petites acumulacions de dunes davanteres amb una línia de dunes, com a molt, desenvolupada, que separa la costa dels ambients continentals. Això és així, excepte en el cas de les dunes de Son Bou i Son Saura on la disponibilitat de sediment i la conformació del relleu permeten un major desenvolupament dels sistemes platja-duna. Igual que en els sistemes dunars fòssils que hem vist en el apartat anterior, també trobam sistemes de cala tancada, que evolucionen amb formes grimpadores, de cala oberta, on el vent de tramuntana es deixa sentir en la direcció de les formes parabòliques, i cordons dunars associats a la platja de Sant Tomàs i a la restinga de Son Bou.

### El sediment dels sistemes platja-duna del Migjorn menorquí

Els ambients deposicionals platja-duna menorquins, igual que s'esdevé a la resta de les illes Balears, no difereixen gaire de la morfogènesi i morfodinàmica que caracteritzen la resta d'ambients similars de la Mediterrània, fins i tot de la resta dels oceans. Tal vegada, la diferència més important i remarcable sigui l'origen del sediment que els compon. Normalment la font d'alimentació arenosa solen ser els contingents al·lòctons (litoclasts) que aboquen les xarxes fluvials a la costa o els que la mar treballa desmantellant el rocam litoral; no obstant, a les illes Balears la principal font de sediment ve de la producció biogènica *in situ* (bioclasts). Aquests sediments són fragments esquelètics dels organismes que trobam a diferents medis marins com les praderies de *Posidonia oceanica*, fons d'algues vermelles, concrecions coral·lígenes, coquilles, closques, etc. (Fornós, 1987; Jaume i Fornós, 1992; Fornós i Ahr, 1997). Aquest fet transfereix una sèrie de singularitats a aquests sistemes: en primer lloc

i força important, una producció de sediment limitada que pot dificultar la reposició de les pèrdues en el balanç sedimentari; en segon lloc, la seva naturalesa carbonatada.

Pel que fa específicament a Menorca i entre el dos dominis geomòrfics de Tramuntana i Migjorn s'observen diferències importants en el percentatge mitjà de bioclasts i litoclasts del sediment de platja. Mentre a la regió de Tramuntana la mitjana de litoclasts és troba en un 27,4 %, al Migjorn aquesta fracció només arriba a un 7,7 %. Des d'un punt de vista de la textura també trobam unes diferències entre les dues regions geomorfològiques; mentre que a Tramuntana dominen les arenes mitjanes- gruixades i s'imposa un menor grau d'arredoniment, el Migjorn es caracteritza per arenes mitjanes-fines i un major grau d'arredoniment (Gómez *et al.*, 2000).

Els sistemes platja-duna constitueixen un ambient litoral on entren en contacte dos medis excloents: un medi submergit, dominat per la hidrodinàmica de la mar, i un medi subaeri, dominat per la dinàmica eòlica. En aquest context ambiental, els camps dunars formen una zona morfodinàmica subaèria ben definida i delimitada dins els sistemes platja-duna (Rodríguez-Perea *et al.*, 2000). No obstant, el rol de les dunes no es pot sostenir, des d'un punt de vista dinàmic, de les interrelacions que mantenen amb la resta d'àmbits subaeris i submergits que garanteixen l'estabilitat i equilibri de tot el sistema. Encara que aquests àmbits litorals localitzats al Migjorn menorquí no difereixen dels seus homònims, els objectius d'aquest treball no tenen més pretensió que descriure'n morfològicament els principals trets i fer una primera aproximació a les particularitats dels dipòsits eòlics dels camps de dunes de la zona estudiada.

### **Estructura i distribució dels camps dunars del Migjorn de Menorca**

Els sistemes litorals platja-duna de la comarca del Migjorn de Menorca presenten

una distribució una mica peculiar; es pot afirmar que la pràctica totalitat d'aquestes formes, les localitzam a la meitat occidental de la costa al·ludida. A l'altra meitat, l'oriental, només hi ha algunes petites platges de fons de cala sense formes dunars; excepció feta de cala en Porter i de punta Prima, on avui només hi ha petites restes d'acumulacions dunars holocèniques –tipus duna davantera (*foredunes*)–, com a conseqüència de la pressió antròpica a la que estan sotmeses. Les principals raons explicatives de la manca de sistemes platja-duna a la meitat oriental són les següents: en primer lloc, el sector conegut com ses penyes d'Alaior, entre Son Bou i cala Biniparratx, presenta els penya-segats més verticals i elevats del litoral de Migjorn, reduint-ne el nombre de cales; en segon lloc, pràcticament a tot aquest sector la isobata de 20 m és molt prop de la línia de costa, cosa que fa difícil establir sediment solt. Tot plegat sembla romandre sota el control d'una fractura que defineix l'orientació litoral.

La descripció individual permet la singularització de cada sistema dunar i la seva classificació en models relacionats amb el tipus de costa, com ja s'ha fet amb les eolianites. Centrant-nos així, en la meitat occidental de la costa de Migjorn i iniciant el periple des de Ciutadella, trobam els següents sistemes platja-duna: cala Santandria, cala Blanca, cala en Bosc, la platja de Son Xoriguer, l'arenal de Son Saura, cala des Talaier, cala en Turqueta, cala Macarella i Macarelleta, cala Galdana, cala Mitjana, cala Trebalúger, platja de Binigaus, platja de Sant Adeodat i Sant Tomàs i, finalment, Son Bou. A la meitat oriental només hi ha els sistemes platja-duna ja esmentats de cala en Porter i el de punta Prima.

### **Model de fons de cala alta**

Aquest model està caracteritzat per l'absoluta canalització del vent que implica la forma de la cala i la seva prolongació en els barrancs immediats. Així doncs, la dinàmica eòlica que intervé en la construcció i distribució de les formes dunars, presenta un com-

portament bimodal gairebé contraposat: per una part, les direccions de vent que poden penetrar des de la mar cap a terra; i per l'altra, la canalització del vent que des de terra va en direcció cap a mar. Aquesta darrera situació, a la nostra àrea d'estudi, agafa un fort protagonisme ja que, com s'ha dit a la introducció, la tramuntana és el vent predominant a Menorca i encara destaca més en les velocitats superiors. La conseqüència en són sistemes platjaduna de superfície migrada, d'acord amb les dimensions de la cala que els alberga. Fet i fet, en molts de casos, el camp dunar queda reduït a la presència d'un cordó de davanteres i un mantell eòlic al seu darrera.

En aquest model, hi podem incloure els següents sistemes: cala en Turqueta, cala Macarella, cala Galdana, cala Mitjana, cala Fustam i cala en Porter. Totes aquestes cales estan localitzades al litoral meridional més alt de l'illa i on els barrancs presenten un major desenvolupament i recorregut cap al nord sobre la plataforma miocènica. A la majoria de casos citats la platja submergida queda reduïda a la zona negada de cala protegida de la mar exterior i, a l'àmbit subaeri, de banda a banda de la cala observem la platja alta amb els corresponents cordons de dunes davanteres. A cadascun d'aquests sistemes, el cordó

de les dunes davanteres està minvat o seccionat en algun punt que coincideix amb la desembocadura del barranc. Amb una certa periodicitat, les revingudes del barranc desmantellen part de la *foredune* que en ocasions, entre episodi i episodi torrencial, no té el temps necessari per a tornar a reconstruir-se. Tot i això, tant si la reconstrucció de la *foredune* és total com parcial, les dunes tanquen el darrer tram del barranc, creant una petita zona d'albufera allargassada que cap a l'interior del barranc manté inundat el canal i una zona de marjal. Un tret morfològic d'aquestes *foredunes* és que presenten un perfil simètric i homogeni de baixa alçària, al mateix temps que una inusual amplitud del sector amb una més que satisfactòria coberta d'*Ammophila arenaria*.

No hi ha cap referència específica sobre la implicació que els barrancs puguin tenir sobre el control dels sistemes de fons de cala. Per a les Illes, treballs recents de Servera (1997), Servera i Rodríguez-Perea (1999), en camps de dunes holocèniques a les Balears, i de Clemmensen, Fornòs i Rodríguez-Perea (1997) en dunes fòssils plistocèniques al Llevant de Mallorca, ja varen posar de manifest el control que el relleu exerceix sobre el flux eòlic i, en conjunt, sobre les formes i la

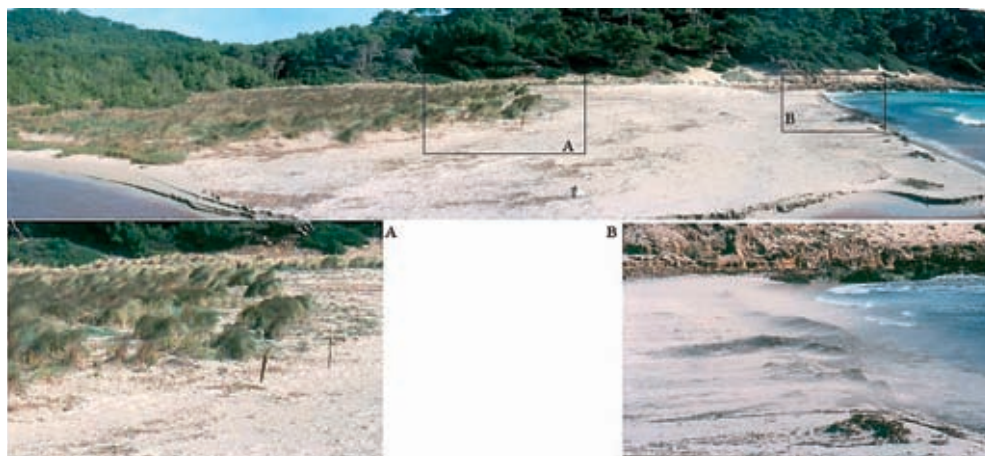


Fig 13.7. Platja i dunes davanteres de cala Trebalúger. (A) detall de l'*Ammophila arenaria* sotmesa pel vent de tramuntana de terra cap a mar. (B) detall de la importància del transport de sediment de terra cap a mar.

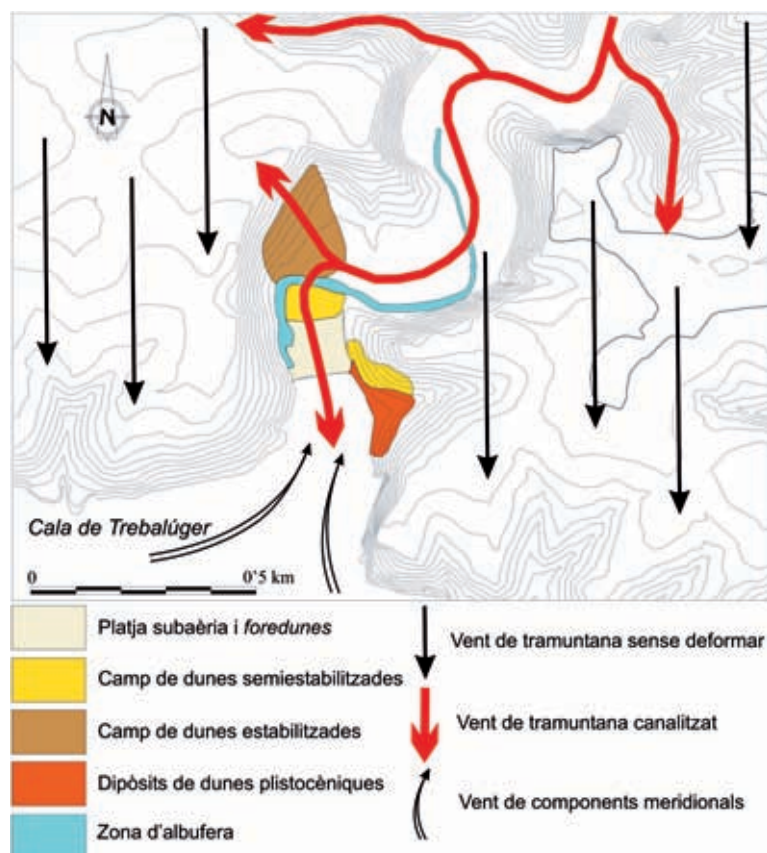


Fig 13.8. Aproximació esquemàtica del control que el relleu del barranc de Trebalúger exerceix sobre la tramuntana i la distribució de les formacions dunars en aquesta cala.

distribució dels camps de dunes. Així doncs, encara que quedi subjecta a futurs treballs, la hipòtesi sobre el modelat del perfil singular d'aquesta tipologia de *foredunes* es fonamenta en que, ultra l'admès transport de sediment de la platja cap a terra, també tingui un efectiu control en el modelat el vent que, canalitzat pel barranc, transporta gran quantitat de sediments de terra cap a mar, en aquests casos, quan bufa la tramuntana (Fig. 13.7). Potser que, en aquest mateix sentit, la canalització eòlica del barranc que amplifica l'efectivitat del procés de deflació, sigui la raó perquè aquests sistemes no presentin un important camp de dunes d'acord amb les possibilitats que la seva pròpia font d'alimen-

tació permetria. La majoria únicament despleguen algunes formes parabòliques o simplement un mantell eòlic prim de dimensions esquifides, sempre localitzats a les raconades més arrecerades de la canalització eòlica del barranc.

Menció a part mereixen els sistemes de fons de cala Trebalúger i de Macarelleta, malgrat que l'explicació geomorfològica conclouent d'ambdós casos implicaria, si més no, un estudi de detall del comportament eòlic local. El primer cas, el de Trebalúger, constitueix un sistema de fons de cala que, terra endins, dona pas al barranc que, geomorfològicament parlant, podem considerar el més espectacular de l'illa. Aquest barranc, definit

per unes parets d'uns 50 m de desnivell, a tan sols un quilòmetre de la costa es bifurca en dos ramals: el propi barranc de Trebalúger i el barranc de sa Cova; ambdós tenen la seva capçalera que ultrapassa la regió del Migjorn i s'estenen per la regió de Tramuntana. Cala Trebalúger, orientada gairebé nord-sud, no és molt pregona, tant sols penetra un 350 m terra endins i, una vegada que supera la platja, a uns 200 m, el barranc fa un primer canvi de 90° en direcció est per a seguir amb un segon gir, també de 90°, a uns 300 m, però en aquesta ocasió cap el nord (Fig. 13.8). Rera la platja subaèria s'estén un ampli sector de dunes davanteres en una superfície que abasta un front d'uns 140 m per una progressió cap l'interior, també d'un centenar de metres. Per darrera de les *foredunes*, s'estén un camp de dunes que en la seva part més interna i més estabilitzada, presenta formes grimpadores fins a la meitat de la paret occidental del barranc. En l'actualitat, el conjunt d'aquest camp de dunes està dividit en dos sectors pel curs fluvial que desemboca al costat occidental de la platja i que tot l'any es troba inundat. Així doncs, atribuïm el desenvolupament actual d'aquest camp de dunes, de molta més extensió que la que presenten els homòlegs del mateix model, a un doble control: en primer lloc, la variabilitat del curs fluvial que en el seu moment hauria transcorregut pel costat oriental de la platja, possibilitant la continuïtat del camp de dunes i el transport de sediment; per altra banda, la canalització del vent per la topografia del barranc. En aquest darrer aspecte, cal tenir present la possibilitat que la component de vent efectiva en el transport de sediment no sigui únicament la de mar cap a terra, sinó que la tramuntana canalitzada per la topografia del barranc, en la seva darrera girada, pot desbordar el flux i donar lloc a un transport de sediment cap el nord-oest.

El sistema platja-duna de Macarelleta es localitza en un petit entrant de la vora occidental de cala Macarella, delimitada per penya-segats de 30 m d'alçada i oberta cap a l'est. A diferència dels anteriors casos explicats per a aquest model, Macarelleta no té la

continuació terra endins d'un gran barranc, sinó la confluència de tres canals que no superen els 500 m de recorregut des del punt de la seva desembocadura on tots tres es troben. Actualment, a la part superior de la platja, hi ha un cordó de *foredunes* molt alterat per la pressió antròpica i delimitades per talussos d'erosió. Malgrat tot, aquestes *foredunes* ja presenten un perfil transversal més d'acord amb un model teòric on predomina com única direcció de vent efectiu el de mar cap a terra. Una vegada superem la platja i les *foredunes*, cap a l'interior en els tres petits canals i gairebé fins al seu final on ja guaiten sobre la plataforma i desapareix la canalització, trobam un camp de formes eòliques grimpadores (Fig. 13.9). Aquest continu mantell de sediment arenós es troba recobert per un pinar, però amb un sotabosc molt poc poblat, com a conseqüència del transport de sediment que s'hi produeix remuntant pels canals i els seus vessants. Una prova d'aquesta actual activitat eòlica, la constitueix la presència d'*ecodunes* a la base de les parets més verticalitzades que defineixen alguns dels vessants dels petits barrancs. De moment s'ens fa impossible concretar quina és la component del vent efectiu que mobilitza aquest sediment; malgrat tot, l'obertura de la cala a l'est fa pensar en components properes a aquesta direcció. No obstant, el detall que les formacions no sobresurtin per dalt de l'interior dels tres barrancs, donant lloc a *topdunes*, fa pensar que la tramuntana deu deflacionar el sediment que hi arriba a sortir. No obstant, i com a hipòtesi, no cal descartar que sigui aquest mateix vent de tramuntana, que arriba canalitzat pel barranc de Santa Anna a la platja de Macarella i es dirigeixi de mar cap a terra per dins del barranc de cala Macarelleta, el responsable que transporti el sediment des de la platja fins a una cota superior als 40 m. És evident que, per a remuntar el sediment tan amunt, calen vents forts i aquests, majoritàriament, són de tramuntana. Això no lleva que la transferència de sediment de la platja a les dunes davanteres es realitzi per vents de component meridional.

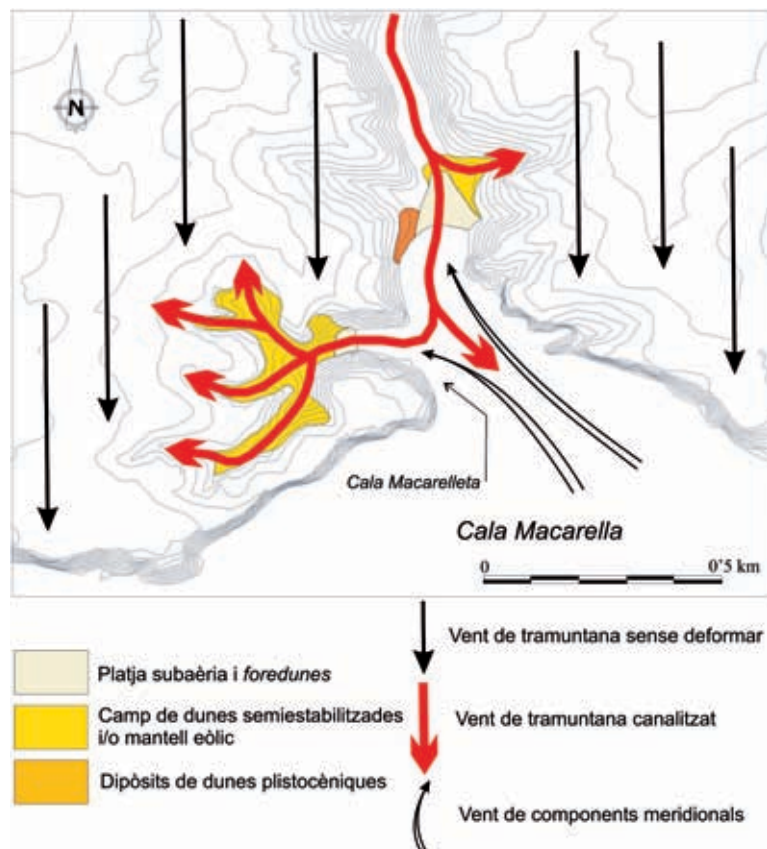


Fig 13.9. Aproximació esquemàtica del control que el relleu de Cala Macarella i Macarelleta exerceix sobre la distribució del camp de dunes grimpadores.

### Model de fons de cala baixa i oberta

A diferència del model anterior, la menor alçada del relleu que defineix aquestes cales en redueix el control sobre el desenvolupament dels sistemes platja-duna, encara que els canals dels barrancs puguin continuar terra endins.

En aquest model podem incloure: cala Blanca, cala en Bosc, la platja de Son Xoriguer, l'arenal de Son Saura i cala des Talaier. La totalitat d'aquests sistemes es troben al litoral sudoccidental de Menorca, on la plataforma miocènica, amb un suau pendent cap al sud-oest, va perdent alçada.

Les cales baixes i obertes no presenten en planta grans diferències amb les cales

altes, no obstant, les parets que les delimiten tenen una menor alçada i no tanta verticalitat, on no solen superar els 3-4 m. D'aquesta forma, les cales, malgrat canalitzar el vent marí, a mesura que el flux eòlic recorre el canal s'obri cap els laterals amb la possibilitat de transportar sediment cap a l'exterior de la cala. És per això que els sistemes d'aquest model desenvolupen un camp de dunes en un dels dos marges superiors, en funció de quina sigui la direcció del vent efectiu predominant. A diferència del que passa en les cales altes, el vent canalitzat pel barranc de terra cap a mar perd gairebé el seu protagonisme com agent de modelat.

Cala Blanca, al sud de Ciutadella constitueix una entrada amb un eix disposat de



ENE a WSW i oberta a ponent. La cala té un recorregut d'uns 300 m, definits per una costa de graó que guanya una mica més d'alçada cap a l'interior. Presenta unes dunes davanteres ben desenvolupades al marge nord de la seva part més interior que, per la seva part meridional, queden delimitades pel canal del petit barranc que hi desemboca. Fora del barranc, al marge superior meridional, travessant el canal esmentat, la dinàmica eòlica es propaga al llarg de uns 350 m amb un camp de dunes semiestabilitzades, formant un petit conjunt de parabòliques dirigides al SE. Cal dir que aquest petit sistema platja-duna ha estat, en el darrers temps reduït pels processos d'urbanització de la zona.

Cap al sud, una vegada superat el cap d'Artrux, trobem com a primer sistema el de cala en Bosc. Aquesta cala, d'uns 200 m d'entrada des de la seva gola, està orientada de NNE a SSW i presenta trets morfològics litorals semblants als de cala Blanca. Actualment, degut a la pressió antròpica, no conserva més que petites restes de dunes davanteres. Aquest sistema compta amb un camp de dunes que es desenvolupa al seu marge oriental, d'una extensió relativament àmplia  $-75.000 \text{ m}^2$  aproximadament (Fig. 13.10). Curiosament la seva progradació no va en direcció NNE, com caldria esperar, sinó en direcció SE, ocupant el promontori de la punta de sa Guarda. Aquest és un magnífic exemple de l'efectivitat que té la tramuntana en el modelat eòlic de Menorca, inclosa la seva vessant meridional.

Cap a l'est, veïna de cala en Bosc, trobam la platja de Son Xoriguer. La platja pròpia es localitza al marge oriental d'una entrada de mar cap a terra, més oberta que profunda i amb una forma força arrodonida i no allargassada, com les cales descrites fins al moment. El sistema presenta les mateixes característiques morfològiques i de disposició que el de cala en Bosc; malgrat tot, el seu camp de dunes, d'unes dimensions inferiors, s'estén cap el petit promontori oriental de la punta Titina.

El sistema platja-duna de Son Saura es localitza en una penetració marina major



Fig 13.10. Visió parcial del camp de dunes desenvolupades al marge oriental de cala en Bosc. Malgrat que avui estigui molt antropitzat, aquest sistema és un bon exemple de l'efectivitat i implicació de la tramuntana en el modelat eòlic de Menorca.

que les descrites fins ara: bada uns 600 m i n'entra uns 400. El sistema s'organitza a partir de dues platges, la de Llevant i la de Ponent, separades per un sortint rocallós. La de Llevant, de majors dimensions que la de Ponent, té una llargària d'uns 350 m, amb un ampli sector continu de dunes davanteres que s'estenen de cap a cap de la platja i que només es trenca a la seva vora occidental per l'espòrdica gola del prat de Bellavista. Aquestes dunes davanteres mostren un perfil d'àmplia base i poca alçada, amb una densa coberta de vegetació dunar, cosa que ens posa de manifest que estan subjectes a vents bimodals amb direccions gairebé contraposades. Cal dir que la meitat occidental d'aquest conjunt de platja i de dunes davanteres, conforma una restinga de tancament de la petita zona humida abans esmentada. Des de la meitat oriental de la platja de Llevant s'estén el camp de dunes que, com passava a cala en Bosc i Son Xoriguer, cau en direcció SE sobre una superfície aproximada de  $4,1 \text{ ha}$  al promontori que constitueix la punta des Governador. Gran part de les dunes parabòliques que conformen aquest camp tenen l'eix orientat dins el quadrant SE, fet que mostra, una vegada més, l'efectivitat del vent de tramuntana en el control morfològic dels àmbits subaeris d'aquests sistemes meridionals de Menorca.

La platja de Ponent té una llargària d'uns 200 m, amb un sector de dunes davanteres migrants que s'estenen a la seva meitat oriental. Cap a l'interior es poden destriar algunes formacions de parabòliques que progressivament passen a un mantell eòlic on, tot plegat, ocupen una superfície de 0,5 ha. Aquest mantell, sense formes definides, s'estén per darretre fins a connectar amb el camp dunar de la platja de Llevant.

Finalment, al costat de llevant de la punta des Governador, trobam cala Talaier. Aquesta cala de petites dimensions presenta un sistema amb una platja que a la seva part més interior té unes reduïdes formacions de dunes davanteres que, cap a l'interior, esdevenen un discret mantell eòlic.

### Model de costa oberta

A la part central del litoral de Migjorn el control eòlic del sistema platja-duna no està gaire condicionat pels relleus que l'envolten. En aquests casos, la platges de Binigaus, Biniquadrell, Sant Tomàs i Son Bou, al coincidir amb el recer dels majors relleus interiors de l'illa, la tramuntana no els afecta amb la intensitat que hem pogut apreciar als models descrits fins ara. Per altra banda, i com a conseqüència de la tectònica recent que ha deformat la plataforma miocènica, l'aixecament del sector de costa que ens



Fig. 13.11. La restinga dunar de l'albufera de Son Bou constitueix un dels pocs exemples de sistema platja-duna del model de costa oberta al litoral de Migjorn de Menorca.

ocupa, ha permès el desenvolupament d'un *peudemont* (format per conglomerats i argilles cimentades) a la base del talús que configura els límits meridionals de les moles miocèniques de la contrada (Segura *et al.*, 1999). Sobre aquests *peudemonts* han progressat els camps dunars dels sistemes platja-duna holocènics que inclourem en aquest model, amb una estructura més pròpera a l'explicada com a ideal en un punt anterior.

Les platges de Binigaus i de Biniquadrell exemplifiquen una situació d'una costa en retrocés on predomina l'erosió. Tant l'una com l'altra presenten a la part superior de la platja un talús d'erosió a la base del qual afloren els dipòsits col·luvials sobre els que es disposava el camp dunar i al damunt restes de dunes estabilitzades. Les raons d'aquesta situació singular poden ser d'una variada naturalesa: processos de reajustament tectònic, la progressiva pujada del nivell de la mar o la combinació d'ambdós. El cert és que només a l'extrem més occidental de la platja de Binigaus, coincidint amb la desembocadura del barranc del mateix nom, hi ha una zona de platja més estable i unes migrades *foredunes*. La resta de la platja de Binigaus i de Biniquadrell, fins arribar al nucli urbanitzat de Sant Tomàs, es mostra molt inestable i sense cap formació de *foredune*, amb períodes alternatius marcats per moments que gairebé desapareix la totalitat de la fracció arenosa, deixant un codolar.

Tot just deixam la platja de Biniquadrell, en direcció sud-est, i encaixada entre dos ressals rocallosos constituïts per materials del Miocè, la punta Negra i la punta Atàlix, el sistema platja-duna de Sant Tomàs es desplega sobre una superfície aproximada de 5 ha. La platja, d'uns 600 m de llargària, va augmentant la seva amplada cap a l'est. La platja de Sant Tomàs no pareix estar en una situació *in extremis* com la de les seves veïnes de Binigaus i Biniquadrell; malgrat tot, a gran part del sistema, la falta de les primeres formes dunars –*foredunes*– a la part superior de la platja implica que l'onatge treballi un talús d'erosió sobre les dunes semiestabilit-

zades, sense que pel moment aflorin els dipòsits de *peudemont* sobre els que es disposen. Actualment, el camp de dunes ha quedat delimitat i reduït a una estreta franja per la zona edificada que l'envolta, on les formes encara conservades responen a dunes parabòliques formades per vents del sud-oest (Servera, 1997). Un altre aspecte remarcable és la presència de nombrosos *blowouts* que penetren des del talús d'erosió cap a l'interior de les parabòliques, que en gran part poden ser atribuïts a una gènesi antròpica.

Separat per una prominència rocallosa de materials miocènics, a un quilòmetre de Sant Tomàs i en direcció sud-est trobem l'arenal de Son Bou. Constitueix una restinga, d'uns 2,4 km de llargària i una amplària que oscil·la entre 100 i 150 m, que tanca una albufera coneguda com el prat de Son Bou (Fig. 13.11). La zona albuferenca ocupa unes 73 ha i presenta una poligènesi tectònica, càrstica i fluvial, on dels tres factors destaca preferentment una major implicació del primer (Segura *et al.*, 1999). Durant la transgressió flandriana tota la zona fou envaïda per la mar, i degué ser a partir de la seva retirada que es configura la barra arenosa actual suportada per un bloc enfonsat de la plataforma calcarenítica miocènica. Actualment la restinga presenta dues goles, la més oriental de les quals es manté oberta gran part de l'any i al mateix temps ens serveix com a referent per diferenciar, des d'un punt de vista dinàmic, dues zones en el conjunt de platja subaèria i camp de dunes d'aquest sistema. La meitat occidental constitueix un sector on la superfície de platja manté una amplitud entre el 15 i 25 m, seguida d'un cordó discontinu de *foredunes* amb remarcats talussos d'erosió i un nombre important de *blowouts*. Cap a l'interior, les formacions de dunes semiestabilitzades s'estenen entre la platja i el prat en una franja que oscil·la entre els 50 i 125 m, formada per parabòliques que se superposen i que, majoritàriament, de forma individual presenten els seus eixos entre 34° i 79° N, fet que ens indica la seva formació per vents de components

entorn al SW. La segona zona, entre la gola i l'extrem més oriental del sistema, conté una platja subaèria d'uns 60 m d'amplària i a la seva part més interior està delimitada per un continu talús d'erosió sobre unes malmeses restes de *foredunes*. Més endins, des de la gola cap a l'extrem oriental, desapareixen pràcticament les formes dunars que progressivament donen pas a un mantell eòlic més o menys pla. Cal dir que a l'interior d'aquesta zona ja no hi ha albufera i, de més a més, ha estat totalment urbanitzada, fet que l'ha sotmesa a una forta i recent pressió antròpica que, sense cap dubte, ha contribuït a la seva degradació.

## CONCLUSIONS

Encara que els treballs sobre morfologia litoral i eòlica desenvolupats al Migjorn es troben en un estadi inicial i que el present assaig de síntesi, cal veure'l com a temptatiu, han quedat clars determinats fets que resumim en els punts següents:

### *Significat de la configuració de les cales en els sistemes platja-duna*

Dins els models comentats; fons de cala alta, cala baixa oberta a tramuntana, grimpants i de restinga-albufera, es constata el paper dels sistemes de fons de cala alta com una característica prou notable del Migjorn. La interferència entre la dinàmica marina, la presència de canyons fluvio-càrstics i el medi eòlic, permet el desenvolupament de camps dunars amb dinàmiques complexes. Els sediments marins, les barreres al flux aeri i les aportacions continentals mantenen balanços i relacions pròpies en cada cas, amb una gradació entre el simple sistema d'un únic cordó de *foredune*, els sistemes amb un o dos cordons dunars i aquells que, en funció de la forma del relleu immediat a l'interior de la cala i dels efectes de canalització del flux permeten la migració de les dunes grimpadores de major o menor envergadura. Romanen per analitzar molts aspectes dels

diferents factors i agents que interactuen en l'evolució d'un sistema platja-duna, que activen o desactiven la seva dinàmica en funció dels canvis quaternaris del litoral i del funcionament càrstic de la plataforma escullosa miocènica. Queden per aclarir els paràmetres de la interacció entre barrera topogràfica i el vent dominant en cada cas per a poder explicar de forma general les expressions morfològiques observades.

#### *Persistència dels models al llarg del Quaternari*

Encara que els sistemes estudiats no tenen una cronoestratigrafia fixada clarament i els dipòsits estàn desconnectats, tant un dels altres com dels sistemes de Tramuntana, sí que s'ha observat que els condicionants morfològics i dinàmics es mantenen al llarg del Quaternari. Sistemes plistocènics d'un o altre tipus apareixen allà on els testimonis s'han conservat i sota condicions semblants s'han desenvolupat sistemes holocènics. Evidentment no se'ns escapa que els sistemes holocènics pertanyen als equilibris d'una costa postflandriana eustàticament transgressiva i que les condicions imperants en el desenvolupament dels sistemes plistocènics, exceptuat probablement el cas de Binigaus, s'ha d'adscriure a uns moments regressius o de *still-stand*, però la recurrència de formes i processos es manté, malgrat els canvis del nivell del mar. Els dipòsits grimpadors dels penya-segats entre cala en Turqueta i cala Galdana i els situats entre Llucalari i es Canotells presenten diferències morfològiques més acusades degut als espais emergits de la plataforma continental menorquina i als sediments que quedaren exposats, però en el mateix sistema actual de Binigaus-Son Bou podem veure com les dunes arriben a grimpar fins allà on el relleu i els ajustaments sedimentaris ho permeten. El fet que els sistemes holocènics de cala Macarelleta i Trebalúger aconseguïen grimpar pels flancs dels canyons fluvio-càrstics, en funció de la circulació predominant dels fluxos redirigits, manté la perma-

nència dels processos i per tant de les formes. El cas de les dunes eco dels edificis grimpadors plistocènics del sector central seria l'excepció, gràcies a la barrera frontal que el penya-segat o paleopenya-segat en el seu cas, presenta al vent del SE i que en el cas de l'holocènic no té possibilitat de manifestar-se per la inexistència de disposicions postflandrianes semblants.

#### *Hipòtesi explicativa de la diferència en el models; relleu central i extrems vs Tramuntana*

En la relació espacial dels espais comentats s'observa una clara absència de conjunts plistocènics en els sectors occidental i oriental del Migjorn, front a l'acumulació de jaciments en el sector central i els abundants de Tramuntana. Els sistemes holocènics en canvi sí que s'han desenvolupat, per poc que aquestes cales més obertes disposin de platges i per tant d'arena susceptible de ser transportada. L'interrogant que aquesta diferència planteja no té fàcil explicació i caldria reprendre'l en futurs estudis. A tall d'hipòtesi de treball, però, pensam que la importància de la tramuntana, així com d'uns relleus plans i tabulars en el context insular, podrien ser elements afegits que no permeten un desenvolupament uniforme dels sistemes eòlics plistocènics entre el port de Ciutadella i la talaià d'Artrutx, i des de Canotells fins al port de Maó, en els moments que el nivell del mar baixa a l'iniciar-se un període glacial, a diferència del que s'observa entre cala en Turqueta i es Canotells en el sector central del Migjorn. La influència de la tramuntana en els sistemes holocènics de cala Blanca, cala en Bosc, Son Xoriguer i Son Saura, força les dunes en direcció S en la actualitat. En el passat l'arena d'aquest sector, emergida en una regressió, no tindria opció a migrar cap al N si el comportament de tramuntana fos el mateix. La interposició dels relleus més vigorosos del sector central, que protegeixen eventualment les acumulacions de fons de cala i la canalització dels vents procedents del S i SE,

com en els casos de Macarella, Trebalúger i cala Galdana magnifiquen presumiblement de forma diferencial, la incidència dels components de tramuntana i migjorn. En conjunt i amb l'existència en el sector oriental dels dipòsits plistocènics de la Mola i l'illa de l'Aire, que entenem ara per ara com a sistemes grimpadors des de tramuntana, ens du a plantejar la hipòtesis que els condicionants morfològics estructurals i la seva relació amb el component eòlic de direcció N, se superposen als factors locals en la gènesi diferencial dels sistemes platja-duna quaternaris de Migjorn.

*Investigacions futures pendents i diagnosi dels sistemes actuals: ús vs conservació*

Totes aquestes conclusions generals resten pendents d'ulteriors estudis que al nostre entendre haurien de plantejar la naturalesa sedimentològica dels dipòsits, les relacions morfològiques i dinàmiques dels sistemes actuals i relictos, com també una estratigrafia de detall generalitzada dels dipòsits quaternaris, que ha d'incloure mètodes de datació absoluta i noves aportacions paleontològiques i mineralògiques a fi de poder caracteritzar els jaciments en una cronologia més detallada i actual.

Ens faltaria plantejar els estudis de balanç sedimentari i dinàmica eòlica actual, i al mateix temps contribucions biogeogràfiques, ecològiques, d'impacte antròpic, que, en permetre conèixer millor el medi, ens podrien portar a ordenar-lo i conservar-lo en el futur.

## BIBLIOGRAFIA

- BOUDOURESQUE, C.F. i MEINESZ, A. 1982. *Découverte de l'herbier de posidonie*. Parc National de Port-Cros, GIS Posidonie publ.
- BOURGOU, M. 1982. *Les accumulations dunaires de la péninsule du Cap Bon (Tunisie). étude géomorphologique*. Université de Tunis. 198 pp.
- BRESSOLIER, C. i THOMAS, Y. 1977. "Studies on wind and plant interaction on French Atlantic coastal dunes". *Journal of Sedimentary Petrology*, 47: 331-338.
- BUTZER, K.W. 1985. La estratigrafia del nivel marino en Mallorca en una perspectiva mundial. *Geomorfología litoral y Cuaternario. Homenaje a Juan Cuerva*. Valencia, Universitat de València. Cf. pp. 17-28.
- BUTZER, K.W. i CUERDA, J. 1962. Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. *Journal of Geology* 70: 398-416.
- BUTZER, K.W. i CUERDA, J. 1983. Pleistocene sea-level stratigraphy of Mallorca. *Revue de Géologie Méditerranéenne*. Paris (20): 259-270.
- CAIVET, F. i ESTEBAN, M. 1977. Evolución diagenética en los sedimentos carbonatados marinos del pleistoceno de Mallorca. *Boletín Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 22: 96-118.
- CEBRIÁN, J. i DUARTE, C. 2001. Detrital stocks and dynamics of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) DELILE in the Spanish Mediterranean. *Aquatic botany*, 70: 295-309.
- CLEMMENSEN, L.B.; FORNÓS, J. J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Morphology and architecture of a late Pleistocene cliff-front dune, Mallorca, Western Mediterranean. *Terra Nova*, 9: 251-254.
- CUERDA, J. 1975. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Diput. Prov. de Baleares, Palma de Mallorca, 304 pp.
- CUERDA, J., SACARES, J. i MERCADAL, B. 1966. Nuevos yacimientos marinos del Pleistoceno superior de cala Galdana (Menorca). *Boletín Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 12: 101-105.
- EL ASMAR, H.M. 1994. Aeolianite sedimentation along the northwestern coast of Egypt: evidence for middle to late Quaternary aridity. *Quaternary Science Reviews*, 13: 699-708.
- FORNÓS, J.J. 1987. *Les plataformes carbonatades de les Balears, estudi sedimentològic de les plataformes miocenes de les illes Balears i la comparació amb la sedimentació actual de la seva plataforma*. Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona. 954 pp.
- FORNÓS, J. J. 2000. Rebliment holocènic de la vall incisa de Santa Anna, Sud de Menorca (Mediterrània occidental). *Geoarqueologia i Quaternari Litoral. Memorial M<sup>a</sup>. Pilar Fumanal*. Universitat de València-Departament de Geografia. València. Cf. pp. 343-356.
- FORNÓS, J.J., POMAR, L. i RODRÍGUEZ PEREA, A. 1986. Deformation Structures on Eolian Calcarenes Recognized as Mammal Footprints. *International Association of Sedimentologists, 7<sup>th</sup> Regional Meeting, Krakow, Abstracts* 63.
- FORNÓS, J.J. i AHR, W.M. 1997. Temperate carbonates on modern, low-energy, isolated ramp: the Balearic Platform, Spain. *Journal of Sedimentary Research*, 67: 364-373.
- FUMANAL, M.P., MATEU, G., REY, J., SOMOZA, L. i VIÑALS, M.J. 1993. Las unidades morfosedimentarias cuaternarias del litoral del Cap de la Nau (Valencia-Alicante) y su correlación con la plataforma continental. En Fumanal, P. y Bernabeu, J. (eds): *Estudios sobre Cuaternario*. Valencia. Cf. pp. 53-64.
- GÓMEZ, LL., BALAGUER, P. MATEU, J. i ROIG, F.X. 2000. *Sedimentologia de les platges de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis, Consell Insular de Menorca. 52 pp.
- GOY, J.L., ZAZO, C., BARDAJÍ, T., SOMOZA, L., CAUSSE, C. i HILLAIRE-MARCELL, C. 1993. Eléments d'une chronostratigraphie du Tyrrhénien des régions d'Alicante-Murcie, Sud-Est de l'Espagne. *Geodyn. Acta. Paris*, 6, 2: 104-119.

- GRÀCIA, F. i VICENS, D. 1998. Aspectes geomorfològics quarternaris del litoral de Mallorca. In Fornós, J. J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears (Mallorca, Menorca i Cabrera)*. Universitat de les Illes Balears, Palma. Cf. pp. 308-329.
- GVIRTZMAN, G., SACHNAI, E., BAKLER, N., i LANI, S. 1983-84. Stratigraphy of the kurkar group (Quaternary) of the coastal plain of Israel. *GSI, Current Research* 1983-1984, pp. 70-82.
- HOROWITZ, A. 1979. *The Quaternary history of Israel*. N.Y. Academic Press, 394 pp.
- HENNINGSEN, D., KELLETAT, D. i HAGN, H. 1981. Die quartären Äolianite von Ibiza und Formentera (Balearen, Mittelmeer) und ihre Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte der Inseln. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 31: 109-133
- HESP, P.A. 1999. The beach backshore and beyond. In Short A.D. (ed): *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. John Wiley & Sons. Chichester. Cf. pp. 145-169.
- JANSÀ, A. 1979. Climatologia de Menorca. *Enciclopèdia de Menorca. Geografia Física* Vol.1. Obra Cultural Balear de Menorca. Cf. pp. 85-160.
- JAUME, C. i FORNÓS, J.J. 1992. Composició i textura dels sediments de les platges del litoral mallorquí. *Boll. Soc. Hist. Nat. de Balears*, 35: 93-110.
- JEUDE DE GRISSAC, A. 1984. Effects des herbiers de *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. In Jeudy de Grissac, A. i Olivier, J. (eds.): *International Workshop Posidonia oceanica beds*, Vol. 3. Marsella. Cf. pp. 437-443.
- KOMAR, P.D. 1998. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall. New Jersey, 544 pp.
- MERCADAL, B. 1959. Notícia sobre la existència de restos de terrazas del Tirreniense en la costa sur de Menorca. *Bolletí Societat de Història Natural de Balears*, 5: 41-44.
- MERCADAL, B. 1966. Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario de Menorca. *Rev. Menorca*, 3/4: 148-161.
- MERCADAL, B., VILLALTA, J.F., OBRADOR, A. i ROSELL, J. 1970. Nueva aportación al cuaternario menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, V, 4: 89-93.
- MUNTANER, A. 1959. Nota preliminar sobre las formaciones tirrenienses de la isla de Menorca (Balears), *Bolletí Societat de Història Natural de Balears*. 5: 33-37.
- OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1979. Geomorfologia de Menorca. *Enciclopèdia de Menorca. Geografia Física* Vol.1. Obra Cultural Balear de Menorca. Cf. pp. 265-320.
- PASKOFF, R.P. 1996. Upper Quaternary eolianites in coastal Tunisia: A review. *Z. Geomorph. N.F.*, 102: 135-149.
- PASKOFF, R.P. i SANLAVILLE, P. 1983. Les côtes de la Tunisie: variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien. *Maison de l'Orient Méditerranéen*, Lyon, 192 pp.
- PETHICK, J. 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Arnold, London. 259 pp.
- RIQUELME J. i BLÁZQUEZ A. 2002. Caracterización de las eolianitas cuaternarias entre Cap Blanc y el Penyal d'Ifac (Litoral Valenciano). *Cuader. de Geogr.* 69/70: 163-186.
- RITA, J., RODRÍGUEZ-PEREA, A. i TEBAR F. J. 1988. *Sistemas dunares de Menorca. Valoración Geambiental y estado de conservación*. Inèdit, Departament de Biologia i de Ciències de la Terra de la UIB. 2 vols.
- RODRÍGUEZ-PEREA, A., SERVERA, J. i MARTÍN, J.A. 2000. *Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: informe Metadona*. Col·lecció Pedagogia Ambiental, núm 10. Universitat de les Illes Balears, Ajuntament de Calvià. 108 pp.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. IME. Dòria i Forcada, A. (ed.). 277 pp.
- ROSSELLÓ, V.M<sup>a</sup>., ESTEBAN, V., YÉBENES, A. i FUMANAL, M<sup>a</sup>.P. 1995. Les Penyes de l'Albir: geomorfologia cuaternària. Aleixandre, T. y Pérez González, A. (eds.) *IX Reunión nacional sobre Cuaternario*. Madrid. C.S.I.C.-AEQUA. cf. pp. 3-14.
- SANJAUME, E. 1985. *Las costas valencianas. Sedimentología y morfología*. Universitat de València, València, 505 pp.
- SANLAVILLE, P. 1971. Sur le Tyrrhénien libanais. *Quaternaria*, XV: 239-248.
- SEGURA, F., PARDO, J. E. i SERVERA, J. 1999. Tectònica i carst al Migjorn de Menorca: El Prat de Son Bou. *Geoarqueologia i Quaternari litoral. Memorial M. P. Fumanal*. Departament de Geografia, Universitat de València. Cf. pp. 435-446.
- SERVERA, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les illes Balears*. Tesi doctoral (inèdita). Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 904 pp., atles: 138 pp.
- SERVERA, J., MARTÍN, J.A. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Coastal Parabolic Dunes of the Balearic Islands. In Cañaveras, J.C.; García del Cura, M. A. i Soria, J. (eds.): *15th International Sedimentological Congress*. International Association of Sedimentologists, Universitat d'Alacant. Cf. pp. 715-717.
- SERVERA, J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1999. The setting the Holocene coastal dune systems of the Balearic Islands. In Clemmensen, L.B. (ed.): *Abstracts 19th Regional European Meeting of Sedimentology*. IAS, Geological Institute University of Copenhagen. 232.
- SERVERA, J., MARTÍN, J.A. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 2002. Forma y dinámica de las acumulaciones de hojas de *Posidonia oceanica*. Su papel como elemento protector de la playa subaérea. In Pérez-González, A.; Vegas, J. i Machado, J.M. (eds.): *Aportaciones a la Geomorfología de España en el inicio del tercer milenio*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Geología, núm 1. Cf. pp. 363-369.
- TEBAR, F.J., RITA, J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1991. Environmental valuation and state of conservation of the coastal dune systems of Menorca (Balearic Islands, Spain). *Collection Recherches Environnement*, núm 6. Recherches Scientifiques et Techniques sur l'Environnement, Colloque International Territoires et Sociétés Insulaires, Brest. 417-420.

# COMPOSICIÓ I TEXTURA DEL SEDIMENT DE LES PLATGES DEL MIGJORN

Lluís Gómez-Pujol<sup>1</sup>, Pau Balaguer<sup>1</sup>, Jaume Mateu<sup>1</sup> i Francesc X. Roig<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears

<sup>2</sup> Àrea de Medi Ambient. Consell Insular de Menorca

## INTRODUCCIÓ

Encara que des de temps enrera se sap que les arenes de les platges de Menorca són principalment bioclàstiques (Fornós, 1987; Fornós i Ahr, 1997), fins ara no existeix cap estudi de caràcter global que caracteritzi, des del punt de vista textural i de composició, els sediments de platja de Menorca. D'aquest tipus d'estudi, a l'àmbit balearic, només n'hi ha del litoral mallorquí (Jaume i Fornós, 1992) i de forma puntual, a Menorca, de l'albufera des Grau (Fornós, 1992) i la badia de Fornells (Fornós *et al.*, 1990; Fornós *et al.*, 1992). Així mateix, també cal destacar una sèrie de treballs que posen l'èmfasi en la relació entre sedimentologia i biologia (Martínez-Taberner *et al.*, 1993; Fornós *et al.*, 1997), o bé en les interaccions entre sedimentologia, geomorfologia i evolució del nivell marí (Fornós *et al.*, 1996; Fornós *et al.*, 1998; Fornós, 1999; Pardo *et al.*, 1997; Rosselló *et al.*, 1997).

Les platges són acumulacions de sediments litorals no consolidats (llims, arenes i graves), que trobam des dels penya-segats o les primeres dunes, fins al nivell de marea baixa (Komar, 1988). Aquests sediments poden tenir dos orígens diferents. Uns procedeixen de l'erosió del rocam litoral i de l'aportació dels

corrents continentals i s'anomenen sediments terrígens o litoclasts. L'altra gran font de sediment dóna lloc a l'acumulació de fragments esquelètics d'organismes que habiten els diferents medis marins i es coneixen com a sediments biogènics o bioclasts. Així doncs, el predomini d'un o altre tipus de sediment, com també les seves característiques texturals i mineralògiques ens donaran informació dels processos dominants i de les característiques geomòrfiques de la zona (Carter, 1988; Pyökarä, 1997).

L'objectiu del present treball és caracteritzar la textura i la composició del sediment de les platges del Migjorn de Menorca.

## ESBÓS FISIOGRÀFIC

Al Migjorn menorquí destaca una costa marcadament lineal i la presència abassegado-ra de penya-segats abruptes tallats en el rocam miocènic. Aquestes característiques són el resultat del control estructural i del paper de la neotectònica en l'evolució geomorfològica. L'anticlinal lax en què s'estructura el Migjorn arran de la inversió tectònica d'una falla alpina durant el Plio-quaternari (Gelabert, 2003), explica que el sector central presenti majors cotes que no els extrems oriental i occidental. Així, mentre a les penyes d'Alaior topam amb

penya-segats marcadament verticals, que superen els 50 m d'alçada, a llevant i ponent dominen les costes d'esglaó o de penya-segats de pocs metres d'alçada. En la mateixa línia i a causa del mateix control estructural, el sector central de la costa del Migjorn destaca per la presència d'una xarxa de drenatge ben encaixada que talla la costa, mentre que en els sectors laterals la xarxa de drenatge tendria una organització embrionària (Segura *et al.*, 1999; Segura i Pardo, 2003). És precisament a les cales associades al tram final d'aquests barrancs on es troben bona part de les platges estudiades, així com també a les indentacions d'origen càrstic que puntualment trenquen la línia de costa (Fornós, 2003; Rosselló *et al.*, 2003). Les platges que hi ha a les cales associades a barrancs (cala Galdana, Trebalúger) o les cales que en són independents (cala Blanca o cala des Talaier) actuen com a cèl·lules tancades, atesa la seva forma, i el transport de sediment hi és poc efectiu. En canvi, als segments de costa més lineals, on s'han desenvolupat sistemes dunars com el de Son Saura, Sant Tomàs i Son Bou –que també romanen sota el control càrstic i estructural (Pardo, 2003)–, podem parlar d'una deriva litoral i un transport de sediments més efectiu.

## MÈTODE

S'han mostrejat un total de 27 platges entre la tardor de 1999 i l'hivern de 2000. La recollida de mostres s'ha dut a terme per extracció directa a profunditats entre 10 i 20 cm, a l'estatge interlitoral. Per a cada platja s'ha recollit un volum de mostra de 2 kg (Gale i Hoare, 1991) i s'ha procurat evitar l'obtenció de mostres a zones d'intensa remoció antròpica per tal que les propietats texturals del sediment siguin significatives per a la classificació i descripció de les fàcies (Sanjaume, 1985).

Al laboratori, les mostres han estat rentades amb aigua destil·lada per tal d'eliminar-ne les sals, s'han atacat amb H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rebaixat al 10% a fi de dispersar els grans i oxidar la matèria orgànica. Amb posterioritat, les mostres s'han eixugat a l'estufa durant un mínim de 24h a

105°C. Una vegada eixugades, s'han separat cinc submostres de 100g per al càlcul dels paràmetres estadístics de textura mitjançant tamisatge sec (Frihy *et al.*, 1999), tot separant les fraccions de 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 i 0.063 mm. La mesura del contingut en carbonats s'ha realitzat mitjançant el mètode Bernard (Carranza-Edwards *et al.*, 1998). Per a l'anàlisi de la composició s'ha realitzat el còmput de 250 a 500 grans (Pyökari, 1997) que posteriorment s'han ponderat amb el pes de la fracció per tal d'expressar en percentatge els valors de composició. A l'anàlisi de components s'han utilitzat les següents variables: foraminífers, bivalves, gasteròpodes, briozous, escafòpodes, equínids, restes vegetals, serpúlids, rodofícies, ostracodes, carbó, espícules d'esponja, crustacis, dents, quars, litoclasts, bioclasts indiferenciats, restes antròpiques (vidre, plàstics i materials de construcció) i agregats.

## TEXTURA DEL SEDIMENT DE PLATJA

El sediment de platja del Migjorn de Menorca es caracteritza pel predomini de la fracció d'arena (Taula 14.1) que suposa entorn el 90% del volum de mostra de cada una de les localitats caracteritzades. Tot i així, els paràmetres mitjans també registren la presència d'altres fraccions texturals com són les graves o els llims (Taula 14.2). Mentre el conjunt de les arenes arriba al 96% del volum de la mostra, tant graves com llims només ho fan fins al 2%. D'altra banda, cal fer esment que la pròpia categoria de les arenes disposa de variacions internes a considerar. Així, els valors mitjans del Migjorn agrupen un 42% del sediment a les arenes mitjanes, seguit d'un 25% de les arenes fines i un 19% de les arenes gruixudes (Fig. 14.1).

La mida mitjana de gra és d'1,5Φ, cosa que ens ubica al bell mig de les arenes mitjanes. Tanmateix, el rang per a les platges estudiades oscil·la des d'un diàmetre mitjà de 0,02 a 3,87Φ. Pel que fa a la classificació, que ens indica el grau de maduresa del sediments o, el que és el mateix, l'homogeneïtat i la força dels processos que han actuat sobre les partícules,



el 71% de les mostres estudiades estan moderadament classificades o moderadament ben classificades (Fig. 14.2); mentre que el 26% de les platges presenten un sediment poc classificat i el restant 4% gaudeix d'un grau de classificació bo. La classificació mitjana és de  $0,82\Phi$ , oscil·lant des d'un mínim  $0,44\Phi$  a un

màxim de  $1,59\Phi$  per a les platges de punta Prima i cala en Blanes, respectivament. Pel que fa als paràmetres mitjans d'asimetria de la distribució i el d'angulositat (*kurtosis*), la primera és lleugerament negativa –amb un rang de  $-0,31$  a  $0,24\Phi$ – mentre que la segona ni és massa gran, ni massa petita. El 67% de les

Codi	Localitat	Mitjana ( $\Phi$ )	Classificació ( $\Phi$ )	Asimetria ( $\Phi$ )	Kurtosi ( $\Phi$ )	Graves %	Arenes %	Llims %
ALC	Cala Alcalar	$1,78 \pm 0,07$	$1,08 \pm 0,03$	$-0,12 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,03$	1,18	98,06	0,76
ASS	Arenal Son Saura	$2,06 \pm 0,03$	$0,76 \pm 0,03$	$-0,31 \pm 0,02$	$0,94 \pm 0,03$	0,34	99,58	0,08
BLA	Cala En Blanes	$0,61 \pm 0,22$	$1,59 \pm 0,05$	$0,16 \pm 0,08$	$0,80 \pm 0,03$	15,30	84,06	0,64
BLC	Cala Blanca	$1,76 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,03$	0,00	99,89	0,11
BNB	Binibèquer	$1,61 \pm 0,11$	$1,08 \pm 0,09$	$-0,25 \pm 0,03$	$0,94 \pm 0,06$	2,18	97,79	0,03
BNC	Biniquadrell	$1,78 \pm 0,00$	$0,58 \pm 0,00$	$0,24 \pm 0,00$	$0,91 \pm 0,01$	0,05	99,95	0,00
BND	Binidali	$1,26 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,00$	$-0,08 \pm 0,02$	$1,08 \pm 0,14$	0,46	99,48	0,06
BNG	Binigaus	$1,80 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,06$	0,06	99,94	0,00
BNX	Biniparratx	$1,13 \pm 0,10$	$1,37 \pm 0,04$	$-0,22 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,01$	9,18	90,68	0,14
BOS	Cala en Bosch	$0,81 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,01$	$1,07 \pm 0,03$	0,90	99,09	0,01
BOU	Son Bou	$2,17 \pm 0,02$	$0,62 \pm 0,00$	$-0,22 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02$	0,00	99,41	0,59
BSS	Binissafüller	$0,02 \pm 0,03$	$0,75 \pm 0,01$	$-0,12 \pm 0,08$	$0,87 \pm 0,02$	8,15	91,73	0,12
CNT	Es Canotells	$0,31 \pm 0,15$	$1,15 \pm 0,09$	$0,11 \pm 0,09$	$1,14 \pm 0,06$	9,97	88,86	1,17
CPT	Cala en Porter	$1,19 \pm 0,03$	$0,62 \pm 0,01$	$-0,23 \pm 0,02$	$0,87 \pm 0,07$	0,15	99,85	0,00
DEG	Cala Degollador	$3,87 \pm 0,04$	$0,84 \pm 0,07$	$-0,16 \pm 0,08$	$1,07 \pm 0,14$	0,57	56,65	42,78
FST	Cala Fustam	$1,64 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,12$	$0,06 \pm 0,14$	$1,50 \pm 0,44$	4,04	95,83	0,13
GDN	Cala Galdana	$2,06 \pm 0,02$	$0,67 \pm 0,02$	$-0,20 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,02$	0,73	99,06	0,21
MCR	Macarella	$2,29 \pm 0,02$	$0,62 \pm 0,01$	$-0,20 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,05$	0,26	99,60	0,14
MCT	Macarelleta	$1,37 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,03$	$-0,09 \pm 0,03$	$1,30 \pm 0,07$	0,00	100,00	0,00
MTJ	Mitjana	$1,27 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,02$	$-0,28 \pm 0,01$	$1,08 \pm 0,07$	0,76	99,15	0,09
PPP	Punta Prima	$1,44 \pm 0,01$	$0,44 \pm 0,01$	$-0,16 \pm 0,01$	$1,09 \pm 0,02$	0,00	99,96	0,04
STD	Cala Santandria	$1,51 \pm 0,07$	$1,49 \pm 0,06$	$-0,21 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,07$	7,45	92,29	0,26
STM	Sant Tomàs	$1,81 \pm 0,04$	$0,59 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,08$	0,02	99,97	0,01
TBL	Trebalúger	$0,59 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$1,39 \pm 0,02$	2,34	97,66	0,00
TLR	Cala Talaier	$2,42 \pm 0,03$	$0,72 \pm 0,03$	$-0,12 \pm 0,03$	$1,45 \pm 0,06$	1,26	98,63	0,11
TQT	Cala en Turqueta	$1,25 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$	$-0,15 \pm 0,01$	$1,14 \pm 0,08$	0,83	99,16	0,01
XOR	Son Xoriguer	$1,10 \pm 0,03$	$0,63 \pm 0,01$	$-0,20 \pm 0,04$	$0,79 \pm 0,03$	0,57	99,43	0,00

Taula 14.1. Paràmetres texturals del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

mostres tenen una distribució textural marcadament asimètrica i negativa. En canvi, el 41% de les mostres té una distribució mesocúrtica amb un 30%, a banda i banda, de mostres amb distribucions platicúrtiques i leptocúrtiques. Tot plegat ve a indicar el predomini de les arenes mitjanes i aquesta lleugera superioritat de les arenes molt fines sobre les gruixades, com també el contrast entre les diferents localitats mostrejades.

Variable	Mitjana	SD	Mínim	Màxim
Graves (%)	2,00	4,00	0,00	15,00
Arenes (%)	96,00	9,00	57,00	100,00
Llims (%)	2,00	8,00	0,00	43,00
Mitjana ( $\Phi$ )	1,52	0,76	0,02	3,87
Classificació ( $\Phi$ )	0,82	0,30	0,44	1,59
Asimetria ( $\Phi$ )	-0,08	0,17	-0,31	0,24
Kurtosis ( $\Phi$ )	1,04	0,20	0,79	1,50
CaCO <sub>3</sub>	90,23	6,21	76,68	99,75
Quars (%)	5,79	5,72	0,00	18,97
Litoclasts (%)	5,36	4,72	0,00	21,35
Foraminífers (%)	4,69	4,75	0,09	19,38
Bivalves (%)	4,89	4,44	0,00	21,90
Gasteròpods (%)	4,23	3,14	0,13	11,35
Briozous (%)	2,57	2,58	0,00	12,54
Rodofícies (%)	9,71	13,03	0,00	40,97
Equinoderms (%)	0,61	0,64	0,00	2,46
Pues equinoderms (%)	1,99	0,97	0,10	3,95
Serpúlids (%)	0,65	1,40	0,00	6,96
Ostracodes (%)	0,50	0,78	0,00	2,30
Espícules esponja (%)	0,18	0,42	0,00	1,83
Indiferenciats (%)	58,36	16,37	17,81	81,57
Carbó (%)	0,03	0,07	0,00	0,29
Antròpics (%)	0,03	0,14	0,00	0,73
Agregats (%)	0,41	0,87	0,00	4,14

Taula 14.2. Paràmetres mitjans i de composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

La representació gràfica del calibre mitjà i la classificació (Fig. 14.4) posa de manifest l'existència d'una certa organització geogràfica de les propietats texturals del sediment de platja del Migjorn de Menorca. A grans trets, destaca un sector central, de la cala des Talaier a cala en Porter, on el sediment s'agrupa a les fraccions d'arenes mitjanes i arenes fines, i de més a més, les arenes presenten un grau considerable de classificació. Als sectors laterals les variacions de calibres són marcades; per exemple ens trobam amb el contrast entre les arenes molt fines de cala Degollador (3,87 $\Phi$ ) a les arenes gruixades de cala en Blanes (0,61 $\Phi$ ); o bé en el sector oriental entre les arenes mitjanes de punta Prima (1,44 $\Phi$ ) i les arenes gruixudes de Binissafüller (0,02 $\Phi$ ). En canvi, sí que hi ha una certa homogeneïtat en el grau de classificació al sector central del Migjorn, i quasi bé la totalitat de les platges tenen el sediment moderadament ben classificat; mentre que a ponent i a llevant el sediment de platja està poc o lleugerament classificat.

## COMPOSICIÓ DEL SEDIMENT DE PLATJA

La composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca destaca per la seva naturalesa bioclàstica (Taula 14.3). El 88,9% dels elements que el componen són restes esqueletiques d'organismes, amb màxims que a platges com la de cala Blanca arriben al 100% de la mostra i mínims del 70,5% a Trebalúger. La resta del sediment, un 11,5%, correspon a elements terrígens dels quals quasi un 6% són grans de quars. Els litoclasts restants són en la seva majoria fragments de roca calcària.

Dins el grup dels elements bioclàstics, els que tenen una presència més destacada són les rodofícies, bivalves, gasteròpods i foraminífers, amb valors que oscil·len des de quasi un 10% a un 4% (Fig. 14.3). En un segon ordre s'hi troben briozous, pues i fragments d'equinoderms, ostracodes, espícules d'esponja o restes antròpiques amb ordres de magnitud que fluctuen del 2% al 0,1%. Els bioclasts indiferenciats són els elements més

abundants del sediment de platja del Migjorn de Menorca. La seva presència mitjana és del 58% del volum de la mostra, amb localitats que varien entre un 17,9% i un 81,6%. La categoria de bioclasts indiferenciats fa referència a aquells fragments esquelètics d'organismes,

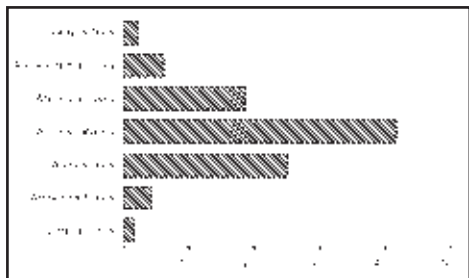


Fig. 14.1. Distribució de les fraccions texturals mitjanes del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

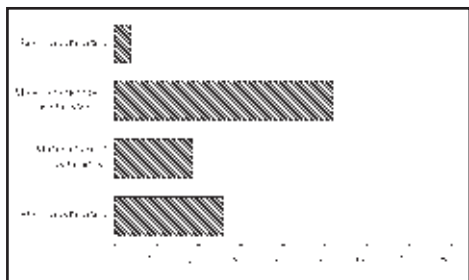


Fig. 14.2. Grau de classificació mitjana del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

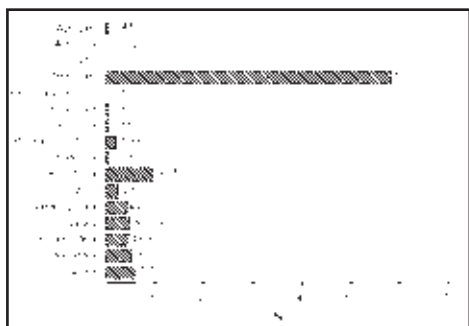


Fig. 14.3. Distribució per categories de la composició mitjana del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

que pel mètode tradicional de comptatge –mitjançant lupa binocular– és impossible assignar a cap grup específic, atès el seu retreballament. Jaume i Fornós (1987) avaluen mitjançant l'observació de la microestructura d'aquests grans, la seva correspondència al macrogrup dels mol·luscs, a l'hora que en destaquen la seva utilitat com a indicador indirecte de l'hidrocinemàtic de la platja.

La representació de la composició del sediment respecte a la distribució geogràfica (Fig. 14.5) permet distingir, novament, tres sectors. En destaca un de central, de la cala des Talaier a Sant Tomàs on, tot i que hi dominen els bioclasts, existeix una proporció important de quars. Si més no, significativament més elevada que en els sectors laterals del Migjorn menorquí. Així doncs, a platges com Binigaus, Biniquadrell, cala Galdana, cala en Turqueta, Mitjana o Trebalúger, el contingut en quars oscil·la entre un 6 i un 19%; mentre que a ponent, el rang varia del 0% de cala Blanca al 5,95% de cala Santandria, i a llevant des de Son Bou a cala Alcalar, no trobem grans de quars més que a Binibèquer i cala Alcalar, amb proporcions properes al 8%.

## CONTINGUT EN CARBONATS

El percentatge de carbonats és molt elevat (Taula 14.2), amb uns valors mitjans de 90,2%, mínims de 76,7% i màxims de 99,8%. La major part dels elements carbonatats dels sediments analitzats són d'origen biogènic, formats per closques i esquelets d'organismes invertebrats. Hi ha una aparent relació inversa entre el volum dels elements terrígens i el contingut en carbonats. Així a l'arenal de Son Saura el quars representa prop d'un 8% del sediment, mentre que el contingut en carbonats és del 92%. En altres casos, però, aquesta relació posa de manifest que bona part dels litoclasts són carbonatats. Així a Binigaus el contingut en carbonats és de l'ordre del 84%, mentre que el comptatge de grans atorga un 15% al quars i un 8% als litoclasts; per tant un percentatge considerable d'aquests són carbonatats.

## ANÀLISI I DISCUSSIÓ

La naturalesa del sediment de platja del Migjorn de Menorca és arenosa i carbonatada, amb un contingut elevat de bioclats. Tot i així, les variacions geogràfiques dels paràmetres de textura i de composició posen de manifest el control dels agents dinàmics –bàsicament oceanogràfics– i el de les fonts de sediments.

Pel que toca a la textura, la contraposició de calibre mitjà i la classificació indiquen una primera diferència entre les platges que queden a ponent de la cala des Talaier, i a llevant de cala en Porter. En una segona aproximació, però, s'acusa una variació interna entre el sector central del Migjorn definit per aquestes dues platges, com també a cadascun dels seus laterals. La combinació de la dicotomia macro-

Codi	Localitat	QRS	LTC	FOR	BIV	GAS	BRZ	ROD	EQU	PEQ	SER	OST	ESP	IND	CAR	ANT	AGR
ALC	Cala Alcafhar	7,71	9,37	5,07	1,45	1,57	1,63	1,00	0,13	1,97	0,00	0,00	0,00	70,10	0,00	0,00	0,00
ASS	Arenal Son Saura	8,08	1,87	8,85	1,93	1,89	1,41	1,45	0,00	2,81	0,24	0,00	0,24	71,23	0,00	0,00	0,00
BLA	Cala en Blanes	0,30	21,35	2,01	6,31	10,87	1,31	1,88	0,66	1,46	0,50	0,00	0,00	52,62	0,00	0,73	0,00
BLC	Cala Blanca	0,00	0,00	19,38	2,38	5,45	4,72	4,03	0,59	1,45	0,31	0,56	0,00	61,13	0,00	0,00	0,00
BNB	Binibèquer	10,89	6,39	5,70	2,00	5,28	2,03	1,51	0,84	0,10	0,00	0,00	0,28	64,98	0,00	0,00	0,00
BNC	Biniquadrell	10,56	5,71	1,03	0,00	3,33	0,67	2,63	0,46	0,45	0,00	0,23	0,00	74,93	0,00	0,00	0,00
BND	Binidali	0,20	2,75	5,23	6,77	6,24	5,58	4,98	1,14	1,95	0,31	2,30	0,00	62,30	0,00	0,00	0,25
BNG	Binigaus	15,18	8,32	2,03	0,51	1,13	0,67	2,46	0,11	2,33	0,11	0,62	0,11	66,42	0,00	0,00	0,00
BNX	Biniparratx	1,65	3,07	12,71	5,39	7,03	5,37	7,46	2,46	2,03	1,25	1,06	0,00	49,35	0,15	0,06	0,96
BOS	Cala en Bosc	0,20	2,75	5,23	6,77	6,24	5,58	4,98	1,14	1,95	0,31	2,30	0,00	62,30	0,00	0,00	0,25
BOU	Son Bou	0,00	4,73	2,99	12,27	1,48	3,14	37,34	0,75	3,61	6,96	0,14	0,16	25,24	0,00	0,00	1,19
BSS	Binissafüller	0,00	2,50	1,92	8,69	11,35	12,54	39,02	1,93	2,71	1,37	0,00	0,00	17,81	0,16	0,00	0,00
CNT	Es Canotells	0,24	8,47	1,10	3,53	9,61	1,94	40,97	0,20	2,07	0,75	0,32	0,00	26,60	0,06	0,00	4,14
CPT	Cala en Porter	0,00	7,26	2,40	8,79	1,49	1,11	33,96	2,00	2,01	0,86	0,00	0,00	38,24	0,00	0,00	1,88
DEG	Cala Degollador	1,88	6,36	1,33	7,03	1,12	3,94	22,04	0,00	3,95	0,00	0,00	1,31	50,05	0,00	0,00	0,99
FST	Cala Fustam	13,70	5,67	0,45	4,01	4,51	0,00	1,73	0,52	2,48	0,00	0,00	0,00	66,93	0,00	0,00	0,00
GDN	Cala Galdana	18,97	2,91	5,01	2,49	1,20	0,45	3,81	0,00	1,42	0,23	0,39	0,23	62,89	0,00	0,00	0,00
MCR	Macarella	6,94	1,85	4,98	7,90	6,12	2,82	3,67	0,32	2,93	0,00	0,00	0,00	62,39	0,00	0,00	0,08
MCT	Macarelleta	2,13	1,93	15,27	3,67	1,75	0,42	4,88	0,54	2,71	0,29	0,63	0,54	65,24	0,00	0,00	0,00
MTJ	Mitjana	8,24	6,92	0,42	2,77	6,05	0,00	0,21	0,42	1,28	0,00	0,00	0,00	73,69	0,00	0,00	0,00
PPP	Punta Prima	2,39	2,16	11,13	4,69	4,63	2,38	0,00	0,81	2,81	0,60	2,22	0,00	65,70	0,03	0,00	0,45
STD	Cala Santandria	5,95	0,48	2,91	2,00	2,00	1,31	7,57	0,16	0,69	0,31	2,22	0,23	74,17	0,00	0,00	0,00
STM	Sant Tomàs	14,89	9,49	0,26	2,00	0,13	1,60	3,05	0,00	1,19	0,00	0,27	0,00	67,12	0,00	0,00	0,00
TBL	Trebalúger	13,59	15,92	0,09	3,03	7,66	0,00	2,21	0,00	3,16	0,00	0,00	0,00	54,34	0,00	0,00	0,00
TLR	Cala Talaier	6,11	0,89	2,22	0,30	0,53	3,81	1,81	0,36	0,11	0,10	0,04	1,83	81,57	0,29	0,00	0,03
TQT	Cala en Turqueta	6,48	0,73	3,64	3,56	3,68	2,37	2,64	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	74,23	0,00	0,00	0,00

Taula 14.3. Paràmetres de composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca (%). QRS: quars; LTC: litoclasts; FOR: foraminífers; BIV: bivalves; GAS: gasteròpods; BRZ: briozous; ROD: rodofícies; EQU: equinoderms; PEQ: pues equinoderms; SER: serpúlids; OST: ostracodes; ESP: espícules d'esponja; IND: bioclats indiferenciats; CAR: carbó; ANT: antròpics; AGR: agregats.

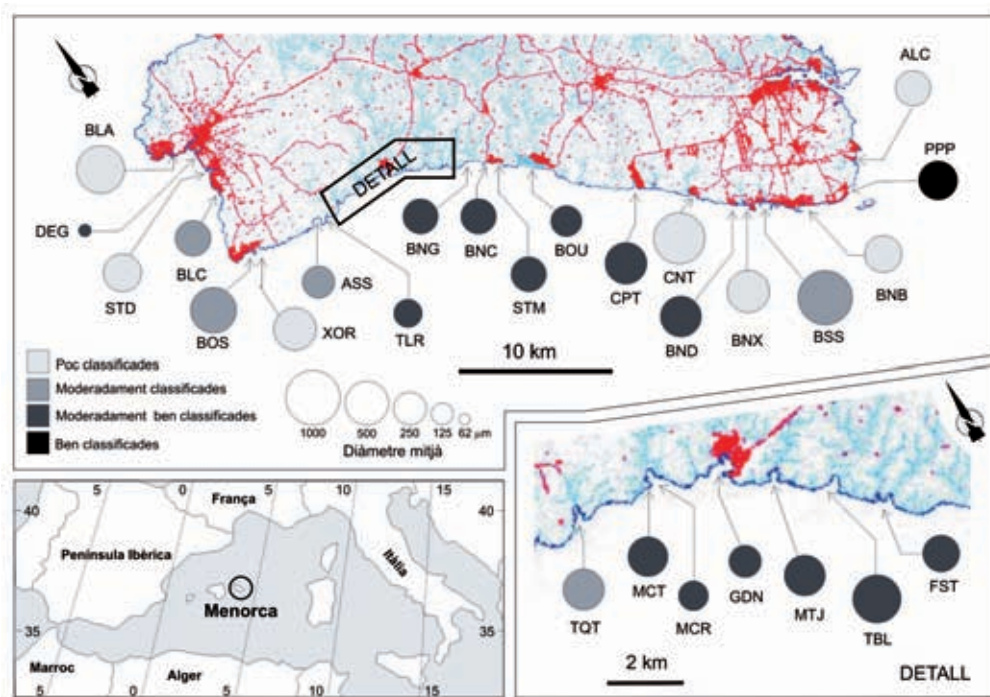


Fig. 14.4. Distribució geogràfica del calibre mitjà i la classificació del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

forma-mesoforma de la costa i l'exposició a l'onatge dominant pot ajudar a entendre aquesta casuística complexa.

El tret bàsic del litoral del Migjorn és el seu caràcter lineal. Sintèticament distingim tres façanes marines: l'occidental, amb una disposició general de nord a sud, des de punta Nati a cap d'Artrutx; la meridional, lleugerament esbiaixada de nord-oest a sud-est, que abraça el perímetre comprès entre el cap d'Artrutx i la costa d'en Sivineta; i finalment, des de punta Prima a la bocana del port de Maó, el flanc oriental també amb disposició nord-sud. Les façanes meridional i occidental –excepció feta del segment de Bajolí a cala Morell– estan arrecerades de l'onatge de tramuntana; mentre que, tot i mediatitzats per la Mola, els temporals de nord afecten les platges de la costa oriental del Migjorn. A la inversa, tant les grans alineacions central com occidental, queden exposades als vents i la mar dominant de llebeig, sud-oest, (Jansà, en aquest volum), men-

tre que la façana oriental queda sota l'influx de la mar de gregal (nord-est).

Però aquest marc de grans alineacions i unitats homogènies no coincideix amb les variacions entre platges properes en una mateixa façana marina. Tal vegada el sector més homogeni sigui el comprès entre Macarelleta i cala en Porter; perquè totes les platges presenten arenes mitjanes, moderadament ben classificades (Fig. 14.4). Tot i així, cal fer algunes consideracions. Per exemple, de cala Galdana a Mitjana i Trebalúger es reconeix un increment del calibre mitjà (de  $2,06$  a  $0,59\Phi$ ), mentre que el grau de classificació és similar. A les arenes bioclàstiques s'observa que, a major exposició i acció de l'onatge, el calibre de gra augmenta (Agirrezabala i Flor, 1988). De fet, al cas esmentat, Trebalúger és la cala amb una relació entre amplària i tirada majors; mentre que cala Galdana, gràcies a la seva geometria, es troba parcialment arrecerada de l'onatge dominant. Un exemple oposat,

també entre cales properes, és el de cala Galdana i Mitjana. Ambdues platges tenen un calibre mitjà de gra semblant (2,06 i 2,29 $\Phi$  respectivament) i estan moderadament ben classificades; no obstant, els eixos de les cales tenen orientacions perpendiculars (NE-SW i NW-SE respectivament). Aquestes observacions posen de manifest la importància de les mesoformes en la dinàmica de les platges i aboquen a la concepció de cada platja com a una cèl·lula aïllada, un microsystema sedimentari, en el qual la deriva litoral exerceix un paper minso. Només n'escaparien –i amb matisos– les platges de Binigaus, Biniquadrell, Sant Tomàs i Son Bou. Si aquest joc entre la macroforma i la mesoforma de la costa ja es palesa en un sector homogeni com el central de la façana meridional; què no caldria dir dels sectors oriental i occidental on moltes de les cales no sols són molt estretes i tancades, sinó que també estan orientades en sentit contrari a la direcció de l'onatge prevalent.

Pel que fa a la composició, dins del gran grup majoritari dels bioclasts, hi predomina la categoria de bioclasts indiferenciats, entre un 25 i un 82%, però també hi abunden foraminífers, bivalves, gasteròpods, rodofícies i equinoderms. La biota de la que es deriven els elements que componen l'arena, té el seu habitat primari als pradells de fanerògames marines de *Posidonia oceanica* (Fornós i Ahr, 1997) que s'escampen a profunditats des d'1 a 40 m.

Els litoclasts, quasi en la seva totalitat carbonatats, s'agrupen a les fraccions majors i en general tenen una forma poc remanegada. Aquests criteris (Pyökarä, 1997) apunten a l'erosió dels penya-segats com a font d'aquest tipus de sediment. De fet, la seva presència és més manifesta al sector central del Migjorn, coincidint amb l'afiorament dels materials miocènics de la Unitat Inferior de Barres, les fàcies de la qual són menys resistents que no les de la Unitat Escullosa que aflora als segments costaners oriental i occidental (Pomar *et al.*, 2002).

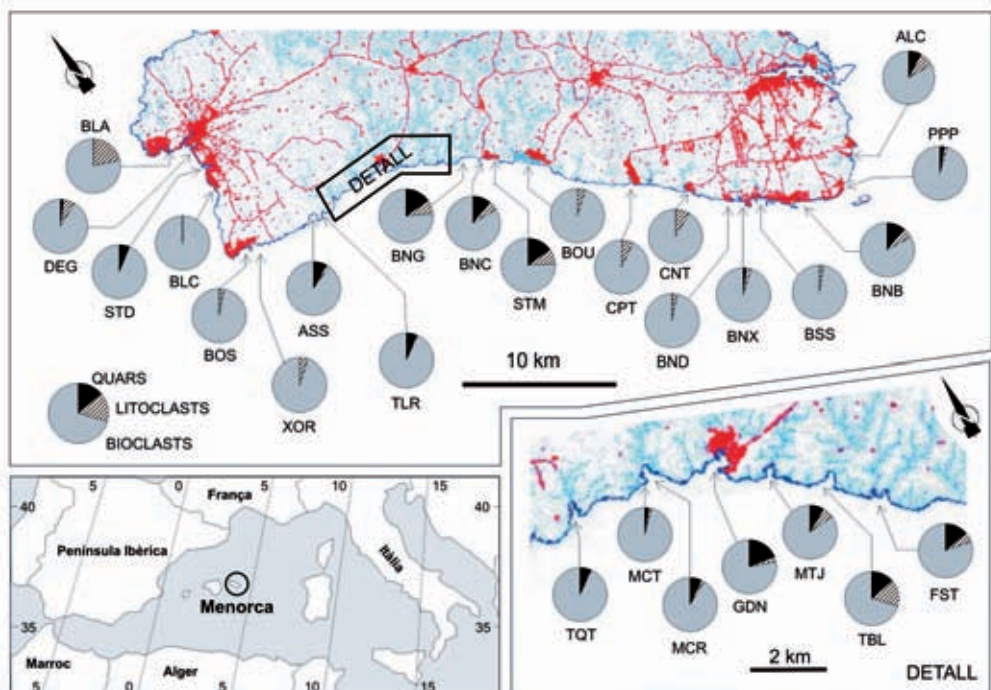


Fig. 14.5. Distribució geogràfica de la composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

La presència de quars és un dels elements més significatius o que ofereixen un major contrast entre els diferents dominis del Migjorn menorquí. Tot i que també apareix a platges com les de Santandria, Binibèquer o cala Alcafar, de cala en Turqueta a la platja de Sant Tomàs el percentatge de quars és força elevat (de 7 al 18% del volum). Sense entrar en masses detallats, el rocam del Miocè superior de la zona no és prou ric en quars com per abocar aquests volums al sistema sedimentari de les platges. Així doncs, una presència acusadament concentrada, en aquesta franja central del Migjorn, no té ara per ara, una explicació prou sòlida, per bé que diverses hipòtesis i les recerques geomorfològiques que es duen a terme poden oferir una explicació parcial i també complementària. D'una banda, les platges esmentades es localitzen al final dels barrancs que connecten el domini de Tramuntana amb el Migjorn, i és possible que les pluges intenses i les torrentades transportin o hagin transportat el quars que trobam en aquestes platges des de la Tramuntana siliciclàstica (Segura i Pardo, 2003). L'altra hipòtesi a considerar és la presència d'una capa de la Unitat de Barres, més rica en quars que l'habitual, que aflora sota l'aigua (Fornós, 1987), i que la mar poc a poc va erosionant. Tanmateix, una explicació més ferma, requeriria un estudi més detallat de la forma i les propietats minerals d'aquests grans de quars.

## CONCLUSIONS

El sediment de platja del Migjorn de Menorca es caracteritza pel domini d'arenes mitjanes, moderadament classificades i carbonatades. El 90% del seu contingut en carbonats es correspon a la presència de bioclasts, principalment fragments de bivalves, gasteròpods, rodofícies, foraminífers i equinoderms. Encara que la fracció de bioclasts dominants són aquells que no es poden assignar a cap categoria específica arran del seu retreballament. La font principal d'aquest tipus de sediment són els ecosistemes dominats per la fanerògama marina *Posidonia oceanica*. En canvi, per

als litoclasts, ja que en la seva majoria també són carbonatats, s'atribueix com a font el desmantellament dels penya-segats. La procedència del quars, especialment al sector central del Migjorn, no és del tot clara. Romanen obertes les hipòtesis complementàries del transport (origen terrígen) pels barrancs des dels afloraments rics en quars de Tramuntana, com també el desmantellament d'un nivell, submergit, ric en quars de la Unitat Inferior de Barres.

## Agraïments

El present treball presenta, parcialment, els resultats del projecte SEDIPME 2000: sedimentologia de les platges de Menorca, becat per l'Institut Menorquí d'Estudis (IME). Lluís Gómez-Pujol i Pau Balaguer són becaris del programa FPI de la Direcció de R+D+I del Govern de les Illes Balears. Aquest treball es una contribució al projecte de la Direcció General d'Investigació del Ministeri de Ciència i Tecnologia BTE2002-04552-C03: "El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino".

## BIBLIOGRAFIA

- AGIRREZABALA, L.M. i FLOR, G. 1988. Distribución de los carbonatos bioclásticos en las playas arenosas intermareales del litoral vasco español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 84: 5-18.
- CARRANZA-EDWARDS, A., BOCANEGRA-GARCÍA, G., ROSALES-HOZ, L. i DE PABLO, L. 1998. Beach sands from Baja California Peninsula, Mexico. *Sedimentary Geology*, 119: 263-274.
- CARTER, R.W.G. 1988. *Coastal environments, an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines*. Academic Press. London. 617 pp.
- FORNÓS, J.J., FORTEZA, V. i MARTÍNEZ-TABERNER, A. 1997. Modern polychaete reefs in Western Mediterranean lagoons: *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel) in the Albufera of Menorca, Balearic Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 128: 175-186.
- FORNÓS, J.J. 1987. *Les plataformes carbonatades de les Balears, estudi sedimentològic de les plataformes miocenes de les Illes Balears i la comparació amb la sedimentació actual de la seva plataforma*. Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona. 954 pp.
- FORNÓS, J.J. 1992. *Sedimentologia i dinàmica de la platja d'Es Grau*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Informe tècnic. Inèdit.

- FORNÓS, J.J. 1999. Rebliment holocènic de la vall incisa de Santa Anna, Sud de Menorca (Mediterrània occidental). In *Geoarqueologia i Quaternari Litoral, Memorial M.P. Fumanal*: cf. pp. 343-355. Universitat de València. Departament de Geografia. València.
- FORNÓS, J.J. 2003. El karst y la evolución del litoral del Migjorn de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 101-110. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- FORNÓS, J.J. i AHR, W.M. 1997. Temperate carbonates on a modern, low-energy, isolated ramp: The Balearic platform, Spain. *Journal of Sedimentary Research*, 67: 364-373.
- FORNÓS, J.J., BARÓN, A. i PONS, G.X. 1996. Arrecifes de coral hermatípicos (*Cladocora caespitosa*) en el relleno holoceno de la zona de Es Grau (Menorca, Mediterráneo occidental). *Geogaceta*, 20: 303-306.
- FORNÓS, J.J., FORTEZA, V. i MARTÍNEZ-TABERNER, A. 1992. Present-day Halimeda carbonate sediments in temperate Mediterranean embayments: Fornells, Balearic Islands. *Sedimentary Geology*, 75: 283-293.
- FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PONS, G.X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J., RODRÍGUEZ-PEREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- FRIHY, O.E., EL-ASKARY, M.A., DEGHIDY, E.M. i MOUFADDAL, W.M. 1999. Differentiating fluvio-marine depositional environments in the Nile Delta using textural and compositional components. *Journal of African Earth Sciences*, 28: 599-618.
- GALE, S.J. i HOARE, P.G. 1991. *Quaternary sediments: petrographic methods for the study of unlitified rocks*. Belhaven Press. London. 323 pp.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: Las zonas de Tramuntana y Migjorn. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 39-48. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- JAUME, C. i FORNÓS, J.J. 1992. Composició i textura dels sediments de platja del litoral mallorquí. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 93-110.
- MARTÍNEZ-TABERNER, A.; FORTEZA, V. i FORNÓS, J.J. 1993. Colonization, structure and growth of *Ficopomatus enigmaticus* cf. *Ten Howe & Weerdenburg* (Polychaeta, Serpulidae) in the albufera of Menorca, Balearic Islands. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1031-1034.
- PARDO, J.E. 2003. La Albufera de Son Bou. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 157-168. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PEREA, A., FORNÓS, J.J., GARCÍA, F. i CERVERA, T. 1997. Caracterización de los fondos de calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos. *Dinámica Litoral-Interior. Actas del XV Congreso de Geógrafos Españoles*. Santiago, 15-19 Setiembre 1997. Vol I: 191-203.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- PYÖKÄRI, M. 1997. The provenance of beach sediments on Rhodes, southeastern Greece, indicated by sediment texture, composition and roundness. *Geomorphology*, 18: 315-332.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Elementos morfogenéticos de calas y barrancos del sur de Menorca. *Dinámica Litoral-Interior. Actas del XV Congreso de Geógrafos Españoles*. Santiago, 15-19 Setiembre 1997. Vol I: 245-256.
- ROSSELLÓ, V.M. 2003. Geomorfología general. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 49-63. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- SANJAUME, E. 1985. Las costas valencianas, sedimentología y morfología. Universitat de València. València. 505 pp.
- SEGURA, F. i PARDO, J.E. 2003. Los barrancos del Migjorn de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 71-86. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- SEGURA, F., PARDO, J.E. i SERVERA, J. 1999. Tectónica i karst al migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. In *Geoarqueologia i Quaternari Litoral, Memorial M.P. Fumanal*: cf. pp. 435-446. Universitat de València. Departament de Geografia. València.



## LES MICROFORMES LITORALS DEL MIGJORN

Lluís Gómez-Pujol i Joan J. Fornós

Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears

### INTRODUCCIÓ

El manlleu germànic *karren* –rascler o lapiaz, segons Riba (1997)– fa referència a tot aquell seguit de formes, d'ordre mètric a mil·limètric, que són originades pels processos de dissolució que afecten la superfície de les roques, principalment les carbonatades (Fornós, 2000). El ventall de formes incloses sota aquest epígraf és molt ampli i tenen des d'una aparença lineal a una planta arrodonida. Tanmateix, pel que toca a la regió del Migjorn de Menorca, aquest tipus de formes són més aviat escadusseres o inexistentes (Ginés i Fornós, en aquest volum). Només s'hi pot fer una excepció, i aquesta correspon a un tipus molt particular de modelat exocàrstic com és el que anomenam *karren* litoral.

Per *karren* litoral cal entendre totes aquelles formes de meteorització que es desenvolupen sobre la roca calcària en ambients litorals i en les quals la dissolució hi juga un paper important. Cocons, formes piramidals i tot un seguit de perforacions de diferents dimensions en són els trets més característics (Trudgill, 1987; Woodroffe, 2002). Tot i la seva aparença, el *karren* litoral no té una naturalesa estrictament càrstica en l'accepció clàssica d'aquest mot (Jennings, 1985); el paper dels agents i proces-

sos fisicoquímics està mediatitzat –i força– per l'acció dels biològics (Schneider, 1976). La interacció entre processos com l'acció mecànica de l'onatge, la fisicoquímica del ruixim marí i molt especialment l'acció biològica de cianobacteris, algues, fongs, gasteròpodes i equinoderms, resulta clau per entendre la meteorització del rocam carbonatat a la costa. De fet, la transcendència del paper de la component biològica explica que aquestes formes, tot sovint, s'agrupin sota epígrafs com biocarst (Viles, 1988a; Moses, 2003) o fitocarst litorals (Folk *et al.*, 1973; Jones, 1989). No obstant això, cal fer menció d'un seguit de formes com són les marmites, les entalladures, les plataformes litorals o les construccions organògenes. Aquestes, tot i tenir una naturalesa complexa i sovint allunyada del que venim a denominar *karren* litoral, estan estretament lligades als ambients i formes que tractam.

Malgrat la presència i l'espectacularitat de les seves formes, el *karren* litoral ha estat abordat en comptades ocasions als estudis de geomorfologia de les Balears. En el cas concret de Menorca hi ha algun treball que en fa referència més o menys explícita (Fornós, 2003; Obrador i Mercadal, 1979), mentre que a Mallorca es gaudeix d'un coneixement més ampli, tant dels aspectes relatius a les formes i les seves propietats (Gómez-Pujol i Fornós, 2001; Moses i Smith, 1994; Rosselló, 1979; Walter-Levy *et al.*, 1958), com també de la inter-

acció entre els agents físics, químics i biològics (Fornós i Gómez-Pujol, 2002; Gómez-Pujol *et al.* 2002; Palmer *et al.* 2003).

Així doncs l'objectiu del present treball és caracteritzar i descriure el *karren* litoral del Migjorn de Menorca fent esment de la seva distribució, l'organització de les seves formes i la relació amb els paràmetres ambientals i la naturalesa del rocam on es desenvolupen.

**Àrea d'estudi**

Menorca, la més oriental i septentrional de les illes Balears, queda dividida en quatre grans sectors pel meridià 4°E i el paral·lel 40°N. El paisatge menorquí presenta un marcat gradient N-S, controlat per la geologia i la climatologia, que permet distingir-ne dos grans dominis separats per una falla axial que recorre l'illa des del N de Ciutadella fins al port de Maó. El domini meri-

dional és conegut com a Migjorn i està construït per materials carbonatats d'edat miocènica (Obrador i Pomar, aquest volum).

A grans trets, la geomorfologia de la zona del Migjorn es caracteritza per un relleu estructural tabular que coincideix amb l'estratificació horitzontal miocènica. La topografia d'aquesta unitat és plana, però també discontinua ja que està tallada –especialment al sector central– per torrents de gran incisió i parets quasibé verticals. La línia de costa del domini geomòrfic meridional és força variable; tot i així, es poden distingir una línia central de penya-segats subverticals –que a les penyes d'Alaior superen els 70 m d'alçària– respecte als quals, a banda i banda, la línia de costa se suavitza i descendeix progressivament. Així, la costa oriental i l'occidental superen poques vegades la cota topogràfica dels 10 m (Rosselló, 2003).

Menorca gaudeix d'un clima temperat, marcadament mediterrani. La temperatura mitjana

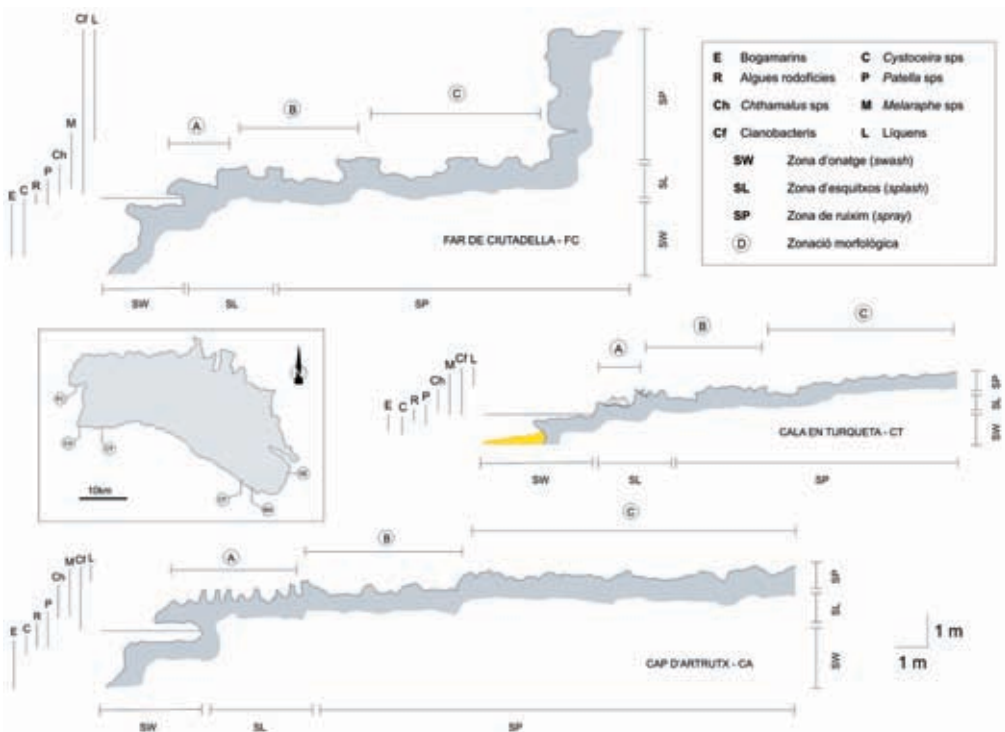


Fig. 15.1. Localització, zonació hidrodinàmica, biològica i morfològica dels perfils de costa del sector occidental del Migjorn de Menorca.

anual se situa entorn dels 16,5°C - 17°C i les precipitacions de 500 a 600 mm (Guijarro, 1986). Pel que fa a la distribució espacial d'aquestes variables a la regió del Migjorn, mentre que per a la temperatura es denota un gradient E-W amb una mitjana de 16,5°C al sector oriental i 18°C a l'occidental, les precipitacions són més o menys homogènies i es mouen entre els 500 i els 525 mm anuals (Pons i Gómez-Pujol, 2003).

## Mètode

S'ha procedit a la delimitació de la presència de formes de *karren* litoral arreu de la costa meridional de Menorca mitjançant la visita de camp i l'ús de la fotografia aèria obliqua del "Servicio de Costas del Ministerio de Medio Ambiente". Seguidament s'han seleccionat sis localitats (Fig. 15.1 i 15.2) on s'ha aixecat un perfil topogràfic de detall i s'ha delimitat l'extensió de les zonacions hidrodinàmica i biològica, com també la presència i dimensions dels principals tipus de formes. Per al cas concret dels cocons, atesa la seva preponderància entre totes les altres formes, s'ha duit a terme una caracterització exhaustiva. A cada zona del perfil on eren presents, d'un total de 25 individus i d'acord amb els criteris de Johanson *et al.* (2001), se n'han mesurat les dimensions de l'eix major, l'eix menor, la profunditat i l'orientació. Així mateix s'han considerat altres variables ordinals com la connexió entre cocons, la forma, els tipus de límits, la rugositat del fons o la disposició en funció del sistema de diàclasis.

## EL KARREN LITORAL: LES FORMES

L'inventari de formes del rascler litoral de Menorca no es diferencia gaire del que s'ha descrit en altres localitats de materials i característiques climàtiques semblants o properes (Gómez-Pujol i Fornós, 2001; Miller i Mason, 1994; Sanjaume, 1985). El conjunt és, si més no, heterogeni. Hi són presents tant formes de planta arrodonida com lineals, i també són variades les escales en què s'hi manifesten, des de l'ordre mètric fins al mil·limètric.

## Cocons (*basin pools*)

Són les formes més abundants i més representatives del *karren* litoral menorquí. Es tracta de depressions de planta el·líptica, poc profundes i de fons més o menys pla. Les seves parets són abruptes i mantenen un angle proper als 90° amb la base. Les parets dels cocons sovint presenten extraploms i entalladures de poc centímetres de fondària (Fig. 15.3). Els mecanismes genètics implicats en el desenvolupament dels cocons són bàsicament bioquímics i el gros de la seva formació s'atribueix als processos de dissolució (Schneider, 1976; Trudgill, 1987). Tot i així, aquest no és l'únic mecanisme que intervé en el desenvolupament dels cocons. Kelletat (1997), Torunski (1979) i Trudgill *et al.* (1987) destaquen l'acció erosiva física i química dels gasteròpodes i en alguns casos dels equinoderms en l'evolució lateral d'aquestes formes.

Les dimensions dels cocons menorquins, així com la forma de la seva planta, són variables, fins i tot en un mateix perfil (Taula 15.1). Així, mentre ens trobam amb un rang global que va des dels 38 cm als 4 m d'eix major, en general els cocons més propers a la mar sempre tenen dimensions menors que aquells que en són més enfora. En el cas del perfil de costa del far de Ciutadella, mentre que a la zona més propera a la mar els cocons tenen unes dimensions mitjanes d'1,37 m, a la zona més terrestre són d'1,40 m d'eix major. La diferència és més acusada al cap d'Artrutx on, de mar cap a terra, passam d'1,26 m a 1,66 m de mitjana d'eix major, o dels 1,16 als 1,34 m a cap d'en Font. L'amplada dels cocons –eix menor– també posa de manifest aquest increment de les dimensions, a mesura que ens desplaçam de mar cap a terra. A cala Sant Esteve passam dels 62 cm als 94 cm a favor del vector descrit, de la mateixa manera que al cap d'Artrutx arran de mar els cocons tenen una amplada mitjana de 63 cm i terra endins d'1 m. La fondària dels cocons no presenta un patró tan clar i el marge de diferència és petit. Tot i així, a totes les localitats es constata un lleuger increment de la profunditat en els cocons més propers a la mar.

Pel que fa a la forma dels cocons del Migjorn, amb independència de la seva distància

		Far de Ciutadella		Cap d'Artrutx		CT	Cap d'en Font		Cala Sant Esteve	
		Zona B	Zona C	Zona B	Zona C	Zona B	Zona B	Zona C	Zona B	Zona C
Eix major (L)	Mitjana	137.90	140.40	125.73	165.90	89.69	115.90	134.30	61.80	93.70
	SD	89.71	101.61	47.09	80.22	23.20	78.85	60.29	24.89	79.95
	Min	55.00	49.00	56.00	80.00	54.00	49.00	57.00	38.00	54.00
	Max	353.00	400.00	220.00	320.00	130.00	312.00	230.00	123.00	320.00
Eix menor (W)	Mitjana	81.73	82.90	63.00	106.00	60.00	60.40	70.30	41.10	60.50
	SD	52.31	46.80	30.47	40.80	14.36	19.93	21.89	9.24	11.62
	Min	33.00	37.00	20.00	60.00	32.00	30.00	34.00	25.00	48.00
	Max	212.10	188.00	109.00	207.00	90.00	90.00	106.00	56.00	89.00
Fondària (D)	Mitjana	37.37	17.40	32.00	32.70	22.77	27.30	30.30	12.70	30.10
	SD	14.44	4.50	6.43	14.85	7.42	8.37	8.41	2.31	45.80
	Min	13.00	11.00	20.00	16.00	10.00	12.00	20.00	10.00	10.00
	Max	67.00	27.00	40.00	53.00	36.00	38.00	45.00	18.00	160.00
L / W	Mitjana	1.84	1.66	2.35	1.56	1.54	1.93	1.95	1.52	1.44
	SD	1.16	0.49	1.36	0.47	0.40	1.11	0.77	0.52	0.76
	Min	1.08	1.19	1.24	1.05	1.00	1.03	1.06	1.04	1.03
	Max	5.88	2.61	6.00	2.29	2.28	4.80	3.54	2.56	3.60
L / D	Mitjana	2.25	4.63	3.84	3.61	2.94	4.13	4.91	4.99	6.14
	SD	1.12	1.68	0.98	1.37	1.29	1.82	2.63	2.03	6.74
	Min	0.83	1.85	2.73	1.72	1.48	2.52	1.43	2.56	0.46
	Max	4.92	7.50	5.79	6.30	5.80	8.21	9.20	9.46	24.62
Obertura	Obert	84.00	30.00	63.64	20.00	38.46	70.00	10.00	90.00	10.00
	Tancat	16.00	70.00	36.36	80.00	61.54	30.00	90.00	10.00	90.00
Forma	Circular	11.11	20.00	18.18	-	38.46	20.00	0.00	10.00	60.00
	Rectangular	11.11	10.00	9.09	10.00	-	-	20.00	10.00	-
	Triangular	5.56	-	9.09	-	15.38	-	20.00	10.00	-
	Allargat	55.56	50.00	54.55	30.00	38.46	50.00	40.00	40.00	20.00
	Irregular	16.67	20.00	9.09	60.00	7.69	20.00	20.00	30.00	20.00
Límits	Rectes	27.78	20.00	36.36	20.00	7.69	10.00	50.00	40.00	-
	Sinuosos	72.22	60.00	63.64	30.00	76.92	70.00	40.00	40.00	70.00
	Indentacions	0.00	20.00	-	30.00	-	10.00	10.00	20.00	-
	Mixtos	0.00	-	-	20.00	15.38	10.00	-	-	30.00
Fons	Pla	0.00	80.00	-	80.00	76.92	-	-	90.00	40.00
	Rugós	83.33	10.00	90.91	-	23.08	100.00	100.00	10.00	60.00
	Crestes	16.67	10.00	9.09	20.00					
Relació amb les fractures	Seguint-ne 1	50.00	70.00	81.82	30.00	61.54	50.00	20.00	70.00	30.00
	Paral·lel a 2	22.22	10.00	9.09	-	-	-	10.00		
	Intersecció 2	22.22	-	9.09	50.00	38.46	40.00	50.00	30.00	60.00
	Intersec. > 2	5.56	20.00	-	10.00	-	10.00	-	-	10.00
	> 2 paral·lels	0.00	-	-	10.00	-	-	20.00		

Taula 15.1. Paràmetres morfològics dels cocons del Migjorn de Menorca. CT: Cala en Turqueta.

al mar, presenten una planta rectangular (20% al 56%) si no arrodonida. N'hi ha molt pocs de rectangulars o irregulars i coincideixen amb la relació del cocó amb més d'un joc de fractures, o la coalescència de diverses formes. La majoria dels cocons allargats estan controlats per la direcció d'una fractura o bé la segueixen (entre el 20 i el 82%, segons la localitat d'estudi). Un fet a destacar, és la connexió dels cocons. El patró general es caracteritza per l'oposició entre les zones d'un mateix perfil. Així, mentre que ran de mar la majoria dels cocons estan connectats uns amb altres (d'un 90 a un 60%, segons l'indret) a la zona més distant de la mar s'hi registra el fet invers i hi predominen els cocons aïllats (d'un 90 a un 70%, segons el perfil estudiat).

### **Pinacles** (*Spitzkarren, pinnacles*)

Són cossos de roca de forma piramidal, aïllats els uns dels altres. Sempre apareixen a la transició entre la zona d'impacte de l'onatge i el domini dels esquitxos. Les seves dimensions són molt variables, de deu o vint centímetres a prop de metre i mig. En general els pinacles tenen una aparença molt esponjosa perquè estan completament entapissats per microalvèols sense cap tipus d'orientació preferent. D'altra banda, les seves arestes són molt abruptes. Trudgill (1979), Folk *et al.* (1973) i Jones (1989) atribueixen la gènesi d'aquestes formes a l'erosió diferencial i a l'alteració biològica, especialment pel que fa al microrrelleu superposat a la forma piramidal. Les dimensions dels pinacles al Migjorn de Menorca són molt variables, i es veuen directament controlades per la litologia i la seva fissuració. Així, sobre materials blans com els de cala Sant Esteve o cala en Turqueta, les dimensions dels pinacles són modestes. L'alçada poques vegades supera els 30 cm, mentre que el més habitual és trobar-ne entre 10 i 15 cm. En canvi, a localitats com el far de Ciutadella, el cap d'Artrutx o el cap d'en Font, els pinacles estan molt ben desenvolupats. S'hi troben exemples que poden arribar al metre d'alçària (Fig. 15.3). Pel que fa a l'amplària, és variable, fins i tot a un mateix perfil, i no sembla mantenir una relació morfomètrica amb l'alçària. La forma tendeix a ser cònica amb les parets còncaues.

### **Microalvèols** (*cockling, micropits*)

Són petites depressions de planta arrodonida o el·líptica, poc profundes. Les dimensions del seu eix menor són inferiors al centímetre i la profunditat no supera la meitat del diàmetre. Es poden presentar alineats, seguint una diàclasi, en coalescència o de forma aïllada, tant sobre superfícies planes com sobre superfícies verticals. No tenen una orientació preferent, ni sentit gravitatori i el recobriment biològic és del 100% (Fig. 15.4). Folk *et al.* (1973), Viles (1988) i Moses (2003) els atribueixen un origen biològic, ja que identifiquen els líquens i els cianobacteris com a responsables de la gènesi i evolució d'aquestes formes. És comú trobar individus del gasteròpode *Melaraphe neritoides* dins aquests microalvèols, sovint amb una relació proporcional amb les dimensions de la microcavitat. Tanmateix, i com s'ha posat de manifest per a altres localitats (Kelletat, 1980), resulta difícil discriminar on comença i on acaba l'acció del gasteròpode o dels cianobacteris. El paper de les sals tampoc no es descarta en la gènesi i evolució d'aquestes formes (Moses i Smith, 1994). Els microalvèols són presents arreu del perfil de costa, tot i que la seva densitat sembla seguir el patró de la cobertura algal de la roca. L'aparença rugosa de la roca disminueix terra endins.

### **Microsolcs** (*microrills, Rillestein*)

Són formes lineals l'amplada de les quals sol ésser d'1 mm i la fondària molt escassa. Tenen el fons suau i les parets arrodonides. Solen presentar uns traçats sinuosos i fins i tot trenats sobre superfícies subhorizontals, amb tendència a esdevenir rectes amb l'increment de la rostrària. A Menorca apareixen sobre superfícies de textura molt fina i homogènia i d'una manera dispersa segons la naturalesa textural de l'ambient sedimentari del Miocè del Migjorn. No els trobam més que a la zona de ruixim. Ford i Williams (1989) atribueixen als fluxos d'aigua per capillaritat la gènesi d'aquesta forma i destaquen el paper que hi poden tenir les rosades o les pel·lícules primes d'aigua com a agents de meteorització. Aquesta forma apareix a quasi totes les localitats mostrejades, això sí, sempre de forma

puntual. El desenvolupament dels microsols sembla afavorit pel pendent de la roca. Així, a les rodalies del cap d'en Font, on són força abundants, la llargària dels *microrills* desenvolupats sobre cossos de roca amb pendent superior és major que no en els que es troben sobre afloraments més horitzontals. Una característica que els canalicles menorquins comparteixen amb els del llevant mallorquí (Gómez-Pujol i Fornós, 2001), els de Cabrera (Ginés, 1993) o fins i tot amb els de Tunísia (Smith *et al.*, 2000) és que sovint, aquestes formes lineals es veuen desmantellades per microalvèols colonitzats per líquens i cianobacteris (Fig. 15.4).

### Microfissures i esquerdes

Són formes lineals rectes o sinuoses que segueixen la direcció de les diàclasis o l'estratificació del substrat. Es manifesten en diferents ordres de magnitud, les primeres no superen l'ordre centimètric, mentre que les segones sí

que ho fan. Quan sobre un substrat es donen diverses famílies de diàclasis, les esquerdes poden formar canals, aparentment meandriformes. En el Migjorn menorquí aquestes formes no tenen una manifestació prou evident a causa de l'abundància dels cocons. Tot i així, es poden apreciar al domini del ruixim i en aquells perfils de costa amb rost més accentuat.

### Conducces de subsòl

Són formes tubulars arrodonides i suaus. El seu radi és força més petit que no la seva profunditat. No tenen un sentit estrictament gravitatori i aprofiten les línies de debilitat de la roca per a desenvolupar-se. La forma vertical del conducte pot ésser sinuosa i en molts casos apareix amb sòls originals, relictos o transportats al seu interior. Les parets són llises, amb evidents signes d'una dissolució homogènia facilitada per la cobertura edàfica. Trobam especialment aquests conductes

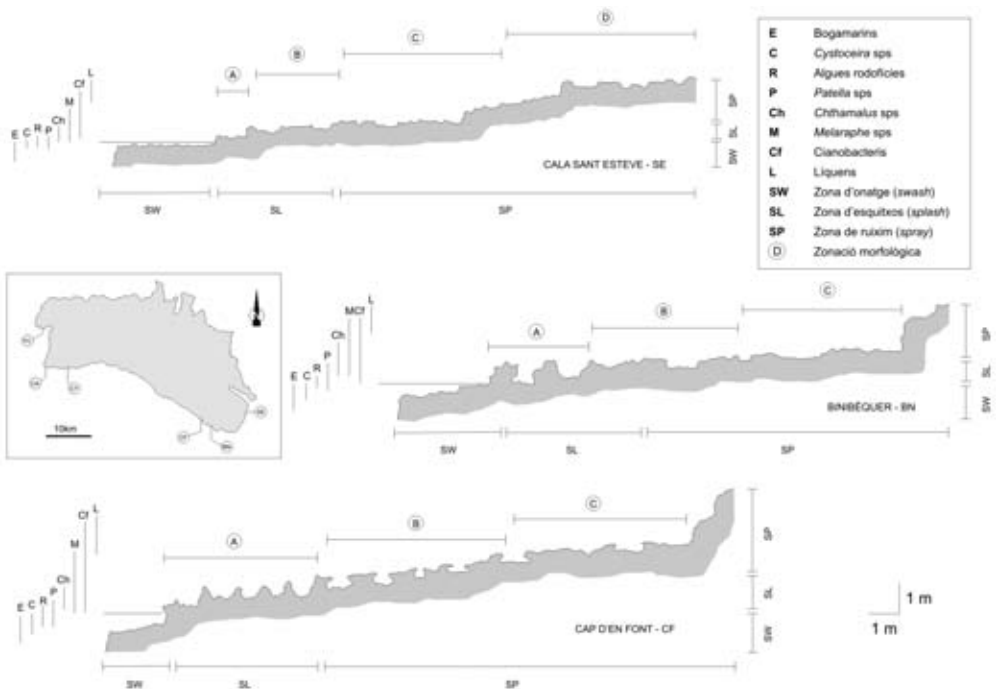


Fig. 15.2. Localització, zonació hidrodinàmica, biològica i morfològica dels perfils de costa del sector oriental del Migjorn de Menorca.

als trams de costa baixa del Migjorn com punta Prima o Binibèquer, bé a les àrees on la coberta edàfica n'ha estat desmantellada, com enmig del domini dels cocons, sempre a l'àrea afectada pel ruixim. Les relacions entre els eixos dels conductes és d'1 a 1, per a les dimensions en planta, i d'1 a 2, respecte a l'eix major i les fondàries. Els exemples varien des de mínims de 5 x 5 x 10 cm fins a màxims de 30 x 25 x 60 cm (Fig. 15.4).

Associades a les descrites, apareixen un seguit de formes de naturalesa poligènica que, en el sentit estricte del terme, no són exocàrstiques. Tal vegada les més comunes i identificades a la bibliografia com a elements del micromodelat de les costes calcàries (Schneider, 1976; Spencer, 1988) són la plataforma litoral i l'entalladura (*notch*). Altres formes, amb una presència més puntual, són les marmites o els bufadors.

### **Plataformes litorals** (*shore platform*)

Són superfícies d'erosió subhorizontals d'extensió variable en funció de l'exposició i les característiques del substrat sobre el qual es desenvolupen (Fig. 15.5). De més a més d'un important influx de les condicions oceanogràfiques, els processos que hi intervenen són variats i van des de l'acció mecànica de l'onatge fins a la meteorització química i l'acció bioerosiva (Stephenson, 2000). A Menorca les plataformes litorals són una forma habitual als sectors oriental i occidental del Migjorn. Apareixen de forma intermitent, tot i que a segments de costa com els d'Artrutx, Binidali, Binibèquer o la costa d'en Sivineta, tenen una marcada continuïtat lateral. La seva amplada és variable; les dimensions abracen des dels 2 m fins 5 o 6 m, per norma general romanen sota l'aigua i estan entapissades per pradells d'algues verdes (*Cystocaira* sp.). Les plataformes litorals solen estar cobertes per un relleix bioconstruït per algues calcàries i vermètids que s'anomena *trottoir* (Dalongeville, 1995). Es disposa sobre la costa rocosa o adosat a ella des de pocs mil·límetres per sobre el nivell de la mar a uns quants centímetres per sota, condicionat per l'abast de la cavitació de l'onatge que és un dels mecanismes més importants d'aportació d'oxigen i nutrients que requereixen aquestes comunitats (Focke, 1978).

### **Entalladures** (*notchs*)

Són indentacions de pocs centímetres a bastants metres, tallades a la costa rocosa en el vessant que dona a la mar (Pirazzoli, 1986). El seu desenvolupament s'atribueix a processos diversos de meteorització, químics, mecànics o biològics. És una expressió morfològica molt comuna a tot el perímetre litoral del Migjorn menorquí (Fig. 15.5). Les dimensions són variables des dels 50 cm d'altura i 1 m d'amplada a les proximitats del port de Ciutadella fins a 1,5 m d'alçària i 2 d'amplada al cap d'Artrutx o a s'Algar.

### **Marmites** (*potboles*)

Són depressions de planta cilíndrica o arrodonada, formades sobre el substrat rocós per l'acció física tant d'arenes, graves i còdols, com blocs que són moguts o posats a rodar per l'energia de l'aigua (Sunamura, 1992). En el cas del Migjorn menorquí no són tan abundants com els cocons, però sí que en trobam exemples amb certa freqüència. Cal destacar-ne la variabilitat quant a les dimensions. En tenim d'ordre centimètric –les més habituals–, però també es donen casos –que no són gens excepcionals– on les dimensions superen els 4 m d'eix major. A la punta des Rafalet n'hi ha bons exemples (Fig. 15.5).

### **Bufadors** (*blowhole*)

Són conductes de forma molt variada que, aprofitant els plans de debilitat, connecten la superfície de la costa amb cavitats obertes a la mar o amb la base d'una entalladura, de manera que, quan l'onatge impacta la costa, desplaça l'aire i l'aigua mitjançant la fissura com si es tractés d'un guèiser. Les dimensions d'aquests conductes són molt variables. Sovint, com succeix a cala en Turqueta, són completament lineals, aprofitant el pla d'una esquerra. Altres vegades, atesa la naturalesa poligènica, són de grans dimensions arran de l'esbaldregament d'alguna cova. Un exemple prou conegut, per les seves dimensions, és el bufador del cap de Banyos a Ciutadella.

## L'ORGANITZACIÓ DE LES FORMES

Els sis perfils de costa (Fig. 15.1 i 15.2) sintetitzen, tant l'organització espacial de les formes del *karren* litoral, com el tipus de costa on apareixen. En general es tracta d'un perfil de costa lleugerament inclinat amb una modesta tendència còncava, que supera el desnivell mitjançant esglaons.

L'abast del modelat del *karren* litoral és variable i sembla dependre, d'una banda, de la litologia i, de l'altra, del grau d'exposició als agents marins, principalment a l'onatge. Així, mentre a indrets arrecerrats com l'interior de cala en Turqueta o de cala Binibèquer, la zona afectada pel rascler litoral és d'uns 8 a 10 m terra endins, a zones més exposades, com el cap d'Artrutx o el cap d'en Font, els perfils s'acosten o depassen la vintena de metres. Tot i

així, el *karren* litoral presenta una organització i una gradació interna molt acusada. Comptat i debatut, la gradació de les formes, la fauna i la flora és una de les característiques més destriables de les costes rocoses (Spencer, 1988) i està associada al grau d'humidificació derivat de l'onatge i al perfil de costa (Palmer *et al.*, 2003). De fet, de mar cap a terra, distingim tres sectors: una zona de domini de l'onatge, una segona dels esquitxos de les ones, i una tercera on l'aportació de l'aigua de mar ve en forma d'aerosol, de ruixim.

El domini de l'onatge coincideix amb l'àmbit on trobam formes com les plataformes litorals i les concrecions orgàniques que duen associades. En aquest sector del perfil de costa, que roman quasi sempre per sota del nivell marí, és freqüent trobar algunes formes molt característiques d'origen biològic. Es tracta de



Fig. 15.3. Foto superior esquerra: cocons aïllats i coalescents al cap d'en Font. Foto inferior esquerra: Detall del sobreplom dels cocons i de la rugositat de les parets verticals dels cocons a cala Sant Esteve. Foto superior dreta: Pinnacles de grans dimensions al cap d'Artrutx i transició a la zona dels cocons. Foto inferior dreta: Pinnacles de petites dimensions a punta Prima.



les cavitats alveolars que deixen els bogamarins i que mantenen una relació geomètrica amb la mida d'aquests individus (Peyrot-Clausade *et al.*, 2000); la resta de la superfície de la plataforma litoral està entapissada per pradells d'algues verdes –majoritàriament *Cystoceira* sp.– com també per concrecions d'algues calcàries i vermèdids. Aquesta coberta actua com a agent de protecció i evita, en bona part, l'erosió mecànica de la plataforma, desplaçant l'onatge i la seva acció cap a l'interior del perfil. Només quan el perfil subhoritzontal de la plataforma comença a esdevenir vertical, ens trobam amb una entalladura o amb un esglaó a partir del qual comença la zona emergida de la costa rocosa. A grans trets, en ambdós casos, es tracta de superfícies amb abundants microalvèols, completament recobertes de cianobacteris i, a les zones més properes al nivell marí, d'algues calcòfiles i bioherms de musclos (*Mytilus edulis*). Juntament amb els microalvèols descrits a l'inventari, és fàcil trobar formes alveolars creades per gasteròpodes com les pegellides (*Patella* sp.) i els polioplacòfors (*Chiton* sp.).

El domini dels esquitxos abraça des de la part superior de l'entalladura o de l'esglaó, fins allà on arriben les darreres gotes d'aigua. La quantitat d'aigua implicada a l'esquitx marca un gradient dins d'aquesta zona. Allà on l'acció de l'aigua és més insistent (Zona A) hi són presents amb caràcter dominant els pinacles, amb tot el seguit de microalvèols superposats. Hi comencen a aparèixer els primers individus de *Melaraphe neritoides*; allà on els fluxos d'aigua es concentren, trobam importants cobertes d'organismes filtradors (*Chthamalus stellatus* i *C. depressus*). Dellà dels pinacles completament aïllats i quan ja es comença a donar la transició entre la zona d'esquitxos i la del ruixim, dominen les formes de planta arredonida. Alguns d'aquests cocons –com es posa de manifest al cap d'Artrutx o a Binibèquer– semblen mantenir una relació genètica amb els pinacles. De fet alguns dels pinacles estan connectats els uns amb els altres a la seva base, tot conformant petites conques. Un poc més enre, la superfície pren un relleu més horitzontal on els cocons són la forma més característica

(Zona B). En aquesta zona els cocons mostren un alt grau de connexió, del 70 al 90% dels casos, i bona part d'ells presenta sobreploms.

Ja dins el domini del ruixim (Zona C) els cocons continuen essent les formes més característiques. Aquest cop, però, es troben aïllats els uns dels altres i no tots presenten sobreploms. Les superfícies entre cocons estan microalveolitzades; tot i que, com passa amb la cobertura de cianobacteris, la densitat de microalvèols disminueix terra endins. Hi comencen a aparèixer alguns líquens crustacis a la superfície de la roca i el gasteròpode *Melaraphe neritoides* és molt abundant, especialment a les parets dels cocons i a les esquerdes. En aquest domini s'hi poden localitzar canalicles o conductes de subsòl lleugerament remanegats.

Rere el domini del ruixim, allà on l'acció dels processos marins i dels terrestres és més confusa (Zona D), encara hi trobam alguns cocons. Això sí, tenen un aspecte més suau i les parets menys rugoses. Els canalicles continuen apareixent de forma intermitent. En funció del perfil, l'erosió dels sòls permet avaluar la transició dels conductes de subsòl a formes de *karren* litoral, i comencen a aparèixer algunes plantes superiors (*Limonium* sp.) que deixen enrere el domini exclusiu de cianobacteris i líquens.

## LA DISTRIBUCIÓ DEL KARREN LITORAL

Tot i que es poden trobar exemples propis dels sistemes de *karren* litoral arreu de la costa del Migjorn de Menorca, el seu grau de desenvolupament –pel que fa les formes en particular i la seva relació espacial– no és homogeni al llarg del perímetre.

Als sectors oriental i occidental del Migjorn hi trobam perfils amb un *karren* litoral ben desenvolupat, amb un ventall ampli de formes i una organització espacial en funció d'un gradient mar-terra. En canvi, al sector central del Migjorn, tot i que apareixen puntualment algun grup de cocons i són abundants formes com els alvèols i els microalvèols, no s'identifica cap mena de jerarquització de les formes. Això no

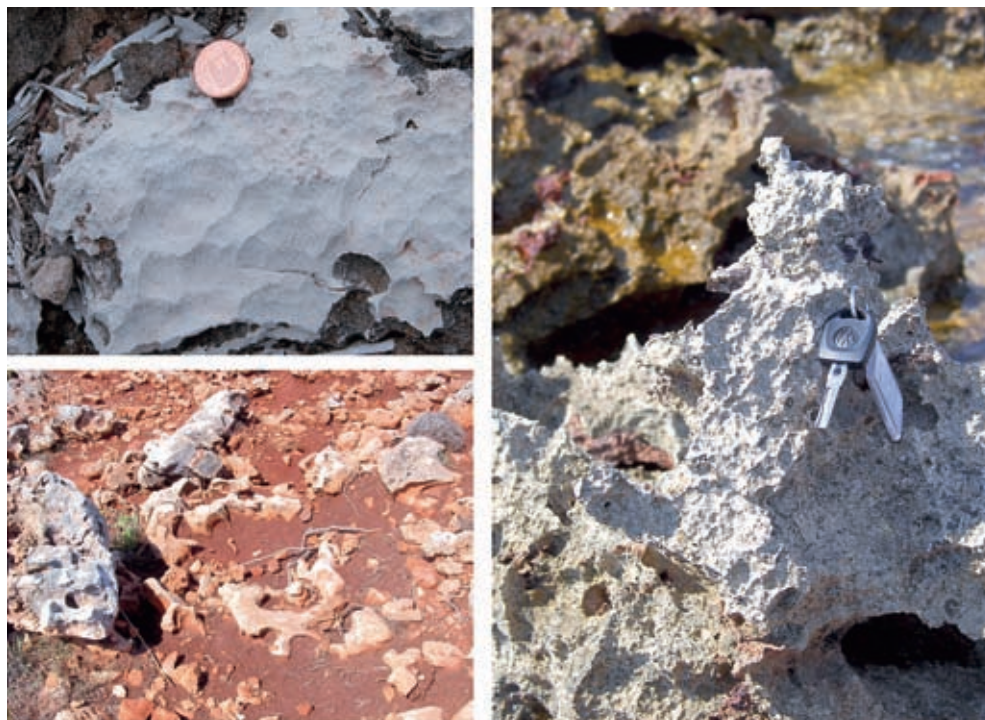


Fig. 15.4. Foto superior esquerra: Canalicles sobre una clapa de materials fins al domini d'esprai o ruixim de la costa de punta Prima. Foto inferior esquerra: Conductes de subsòl desenterrats en la transició del domini terrestre cap al marí. Foto dreta: Microalvèols superposats a les formes còniques dels pinales.

vol dir que no es donin els processos de meteorització i erosió considerats en l'evolució del *karren* litoral –de fet la presència dels alvèols n'és una prova tàcita– sinó que hi ha tot un seguit de factors que impedeixen l'organització d'un perfil convencional. Aquest fet també és extensiu a altres formes que en sentit estricte no tenen una naturalesa “càrstica” com són les plataformes litorals, entalladures o marmites.

Dos factors, estretament interrelacionats, contribueixen a aquest patró de distribució territorial. Es tracta de la combinació de litologia i estructura. Des d'un punt de vista geològic, al Migjorn hi afloren tan sols els materials del Miocè afectats per una estructura antiforme molt laxa (Gelabert, 2003). Aquest fet permet que les unitats inferiors de la seqüència miocènica aflorin a la part central de l'illa, mentre que als sectors oriental i occidental només guaiten els nivells superiors. Obrador i Pomar (en aquest

volum), dins el Miocè diferencien tres unitats que, tot i presentar una composició calcarenítica similar, des del punt de vista textural, mostren una gran diferència. Així, als segments costaners oriental i occidental hi aflora la Unitat Escullosa. La litologia d'aquesta unitat correspon a una calcarenita bioclàstica texturalment grollera i de composició majoritàriament algal, amb molta macrofauna que li confereix una gran porositat primària (Pomar *et al.*, 2002). Per contra, a la zona central hi aflora de forma predominant la unitat inferior (Unitat Inferior de Barres). La seva litologia es caracteritza per tenir calcarenites texturalment més uniformes, amb una relativa variabilitat capa a capa i amb una major predominància de la fracció fina. La seva composició és també majoritàriament algal, mentre que la resta de macrofauna està més difuminada i es limita a bivalves nedadors i equinoderms (Pomar *et al.*, 2002). La tercera unitat (Unitat Basal

Conglomeràtica) només aflora de forma puntual en relació directa amb el basament. Una altra característica important és el diaclament i la fracturació distensiva incipient que afecta totes les unitats esmentades, amb orientacions variables condicionades per l'antiforme citat i l'evolució de la línia de costa.

## DISCUSSIÓ

La relació entre procés i forma és una eina habitual als estudis de meteorització i l'evolució del paisatge (Mottershead, 2000). Així doncs, a partir del reconeixement de les formes i la seva organització, podem identificar els agents i els processos que actuen sobre el micromodelat de les costes calcàries del Migjorn de Menorca, com també el seu abast en el gradient mar-terra.

La figura 15.6 és un esquema sintètic on es representa la relació entre les formes i els processos enumerats. Les superfícies suaus i arrodonides on apareixen els conductes de subsòl són indicadors d'un domini dels processos terrestres. Aquestes formes corresponen a la dissolució química de la roca sota la coberta d'un sòl. Quan el sòl és desmantellat, les superfícies exhumades i exposades al retreballament per la meteorització els dóna una aparença més rugosa (Ford i Williams, 1989; Ginés, 1999). A partir d'aquest punt, el rocam roman descobert i és intensament colonitzat per líquens que juguen un paper important en l'evolució del micromodelat. D'una banda, líquens i cianobacteris entapissen la roca i la protegeixen de l'acció física directa dels esquitxos d'aigua o de les gotes de pluja; alhora, però, augmenten la rugositat i retenen una fina pel·lícula d'aigua



Fig. 15.5. Foto esquerra: Marmita de grans dimensions a la punta des Rafalet. Foto superior dreta: Plataformes litorals ben desenvolupades a l'interior de cala Sant Esteve. També es pot apreciar la zonació morfològica de plataforma, pinacles, cocons coalescents i cocons aïllats. Foto inferior dreta: Entalladura d'ordre mètric al cap d'Artrutx.

que pot actuar com a agent de meteorització química; això, de més a més, de l'acció d'alteració fisicoquímica que es deriva de la seva activitat fisiològica (Chen *et al.* 2000; Moses, 2003; Viles, 1988b).

Els cocons han estat considerats com a formes típiques de dissolució (Trudgill, 1987), però cal fer algunes remarques. Tot i que sovint aquestes depressions s'omplien d'aigua de pluja –amb agressivitat suficient per a la dissolució– aquesta no és la situació habitual. El més habitual és trobar als cocons, si no aigua marina, sí salabrosa. Aquest fet implica un problema genètic, ja que l'aigua marina està sobresaturada de carbonat càlcic i, per tant, no pot atacar el calcari. No obstant això, gràcies als treballs de Schneider (1976) i Trudgill (1976), sabem que l'acció fisiològica nocturna dels cianobacteris provoca la dissolució de la roca. Durant el dia, la flora que cobreix la roca, consumeix el CO<sub>2</sub> mitjançant l'acció fotosintètica. En el moment que no disposa de llum suficient, s'atura aquest procés i es produeix un increment del contingut en CO<sub>2</sub> a l'aigua del cocó. D'aquesta manera es dissocia el carbonat càlcic i el volum d'aigua deixa d'estar sobresaturat i se n'incrementa el potencial de dissolució. Aquesta procés bioinduït també és extensiu als microalvèols i pinacles, tot i que per a ambdós no es pot deixar de considerar l'acció de les sals, de més a més de la biològica (Jones, 1989; Moses, 2003) que els dona aquesta aparença esponjosa i esmolada. Finalment l'entalladura i la plataforma litoral pateixen amb més intensitat l'acció mecànica de les ones, així com els pro-

cessos més importants de bioerosió per part de gasteròpodes i equinoderms.

Queden, per tant, definits quatre vectors. El primer correspon a la dissolució inorgànica, que disminueix en importància de terra cap a mar. El segon fa referència a l'acció induïda per la coberta biològica –especialment líquens i cianobacteris– i que és proporcional a la seva densitat: minva de mar cap a terra. Amb un patró semblant, però d'un abast més reduït, cal considerar la meteorització per sals, de la mateixa manera que l'acció física de l'onatge o la bioerosió, els quals, un respecte l'altre, escurcen el radi d'acció espacial.

## CONCLUSIONS

La distribució i el desenvolupant del *karren* litoral al Migjorn de Menorca depèn de la forma, dimensions i estructura general dels penya-segats del litoral. Per això el màxim desenvolupament es dona damunt les calcarenites del Miocè i dels testimonials afloraments d'eolianites plistocèniques. La variació en l'espectacularitat i representació del *karren* correspon a l'aflorament de les fàcies del Miocè. Això és especialment important en els sectors oriental i occidental de l'illa on el litoral presenta la cota més baixa i es constata la presència de les fàcies esculloses texturalment més gruixades (calcarenites algals) i poroses. En canvi, al sector central, ja sia per la presència de penya-segats verticals de major altària, bé per una composició



Fig. 15.6. Relació entre processos i forma en la zonació litoral. SO: Dissolució. BW: Meteorització biològica. SW: Meteorització per sals. BR: Bioerosió.

més lutítica del rocam, les formes del *karren* s'hi han desenvolupat menys. Val a dir que, encara que a la zona costanera de Tramuntana, on hi ha afloraments calcaris i dolomítics mesozoics, el *karren* litoral també s'hi dona, mai no arriba a adquirir les característiques de desenvolupament que s'observen al Migjorn.

Tot el conjunt de microformes es disposa d'acord amb una zonació litoral (resultat de la combinació de la zonació biològica i el gradient dinàmic, és a dir, una zonació ecològica) similar a la descrita per Gómez-Pujol i Fornós (2001) per a l'illa de Mallorca. Aquesta zonació es fonamenta en una munió de paràmetres físics corresponents a la dinàmica marina, entre els que cal destacar els relatius a l'onatge (període, altura, longitud d'ona, orientació), la zona d'esquitxos, o la zona de ruxim o d'aerosol. Cal afegir-hi els paràmetres biològics de la zonació, derivats dels subambients modificats per la influència marina i/o continental en una clara direccionalitat transversal a la costa. Al seu torn la zonació biològica –en principi paral·lela al litoral– pot manifestar-se localment una gran variabilitat, condicionada pel perfil general de la secció de la costa. Així, a causa de la disposició estructural, pot haver-hi zones protegides de l'acció física o microhàbitats deguts al diaclasmament o fracturació dels materials carbonatats que quedin arrecerats de la insolació i on la humitat es conserva.

El pas de mar a terra és el domini de les plataformes i altres formes d'abradió amb cavitats alveolars producte de la macrobioerosió (principalment per gasteròpodes i equinoderms). Fora d'aquestes àrees i en direcció a terra, les formes alveolars i microalveolars presenten la màxima densitat, i disminueixen ràpidament terra endins (sempre segons la disposició general del penya-segat). La zona de pinacles marca el límit on es desenvolupen els cocons sobre les superfícies planes supramareals. A partir d'aquest punt, les formes de dissolució tendeixen a disminuir i el control geomòrfic estructural esdevé més evident, fins a arribar al domini ja clarament fora de la influència marina, on el *karren* desenvolupat sota el sòl (*criptolapiaz* o *karren* de subsòl) assoleix la màxima representació.

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de la Direcció General d'Investigació del Ministeri de Ciència i Tecnologia BTE2002-04552-C03: "El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares, Valencia y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino". Lluís Gómez-Pujol és becari del programa FPI de la Direcció General de R+D+I del Govern de les Illes Balears.

## BIBLIOGRAFIA

- CHEN, J., BLUEM, H. i BEYER, L. 2000. Weathering of rocks induced by lichen colonization. A review. *Catena*, 39: 121-146.
- DALONGEVILLE, R. 1995. Le rôle des organismes constructeurs dans la morphogénie des littoraux de la mer Méditerranée. *Bull. Lab. Rhod. De Géom.*, 11-12: 3-12.
- FOCKE, J.W. 1978. Limestone cliff morphology on Curaçao (Netherlands Antilles), with special attention to the origin of notches and vermetid/coralline algal surf benches ("cornices", "trottoirs"). *Z. Geomorph. N.F.*, 22: 329-349.
- FOLK, R.L., ROBERTS, H.H. i MOORE, C.H. 1973. Black phytokarst from Hell, Cayman Islands, British West Indies. *Geol. Soc. Amer. Bulletin*, 84: 2351-2360.
- FORD, D. i WILLIAMS, P. 1989. *Karst geomorphology and hydrology*. Chapman & Hall. London. 601 pp.
- FORNÓS, J.J. 2000. Karren. In: Hannock, P. i Skinner, B. (eds.). *The Oxford Companion to the Earth*: 575-576. Oxford University Press. Oxford.
- FORNÓS, J.J. 2003. El karst i la evolució del litoral del Migjorn de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds.). *Introducció a la Geografia Física de Menorca*: 101-110. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, L. 2002. Estudio integrado del lapiaz costero de Mallorca dentro del proyecto ESPED: Metodología y resultados preliminares. *Boletín de la SEDECK*, 3: 106-115.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: Las zonas de Tramuntana y Migjorn. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds.). *Introducció a la Geografia Física de Menorca*: 39-48. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- GINÉS, A. 1993. Morfologies exocàrsticas. In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.). *Història natural de l'arxipèlag de Cabrera*: 153-160. CSIC, Societat d'Història Natural, Moll. Palma.
- GINÉS, J. 1999. *Morfologia kàrstica i vegetació en la Serra de Tramuntana. Una aproximació ecològica*. Tesis doctoral inèdita. Departament de Biologia Ambiental. Universitat de les Illes Balears.
- GÓMEZ-PUJOL, L. i FORNÓS, J.J. 2001. Les microformes de meteorització del litoral calcari de Mallorca. Aproximació a la seva sistematització. *Endins*, 24: 169-185.

- GÓMEZ-PUJOL, LL., BALAGUER, P., BALDO, M., FORNÓS, J.J., PONS, G.X. i VILLANUEVA, G. 2002. Patrones y tasas de erosión de *Melarapbe neritoides* (Linneo 1875) en el litoral rocoso de Mallorca. Resultados preliminares. In: Pérez-González, A., Vegas, J.A. i Manchado, M.J. (eds.). *Aportaciones a la geomorfología de España en el inicio del Tercer Milenio*. 351-354. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- GUJARRO, A. 1986. *Contribución a la bioclimatología de las Baleares*. Tesis doctoral inédita. Departament de Biologia Ambiental. Universitat de les Illes Balears.
- JENNINGS, J.N. 1985. *Karst geomorphology*. Blackwell. Oxford. 293 pp.
- JOHANSSON, M., MIGON, P. i OLIVMO, M. 2001. Development of joint-controlled rock basins in Bohus granite SW Sweden. *Geomorphology*, 40: 145-161.
- JONES, B. 1989. The role of microorganisms in phytokarst development on dolostones and limestones, Grand Cayman, British West Indies. *Canadian Journal of Earth Science*, 26: 2204-2213.
- KELLETTAT, D.H. 1980. Formenschatz und prozeßgefüge des "Biokarstes" an der Küste von Nordost-Mallorca (Cala Guya). *Berliner Geographische Studien*, 7: 99-113.
- KELLETTAT, D.H. 1997. Mediterranean coastal biogeomorphology: processes, forms and sea-level indicators. *Bull. Inst. Océanographique Monaco*, 18: 209-224.
- MILLER, W.R. i MASON, T.R. 1994. Erosional features of coastal beachrock and aeolianite outcrops in Natal and Zululand, South Africa. *Journal of Coastal Research*, 10: 374-394.
- MOSES, C.A. 2003. Observations on coastal biokarst, Hells Gate, Lord Howe Island, Australia. *Z. Geomorph. N.F.*, 47: 83-100.
- MOSES, C.A. i SMITH, B.J. 1994. Limestone weathering in the supra-tidal zone: an example from Mallorca. In: Robinson, D.A. i Williams, R.B.G. (eds.). *Rock weathering and landform evolution*: 433-451. John Wiley & Sons. Chichester.
- MOTTERSHEAD, D.N. 2000. Identification and mapping of rock weathering surface forms and features. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.*, 120: 2-22.
- OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1979. Geomorfologia de Menorca. In: Vidal, J.M. (ed.): *Enciclopèdia de Menorca*. Volum 1: 267-320. Obra Cultural Balear. Ciutadella.
- PALMER, M., FORNÓS, J.J., BALAGUER, P., GÓMEZ-PUJOL, LL., PONS, G.X. i VILLANUEVA, G. 2003. Spatial and seasonal variability of the macro-invertebrate community of a rocky coast in Mallorca (Balearic Islands): implications for bioerosion. *Hydrobiologia*, 501: 13-21.
- PEYROT-CLAUSADE, M., CHABANET, P., CONAND, C., FONTAINE, M.F., LETOURNEUR, Y. i HARMELIN-VIVIEN. 2000. Sea Urchin and fish bioerosion on la Réunion and Moorea Reefs. *Bulletin of Marine Science*, 66: 477-485.
- PIRAZZOLI, P.A. 1986. Marine notches. In: Van de Plassche, O. (ed.). *Sea level research: a manual for collection data*: 361-400. Geobooks. Norwich.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- PONS, G.X. i GÓMEZ-PUJOL, LL. 2003. Introducción al medio físico de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 1-30. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- RIBA, O. 1997. *Diccionari de Geologia*. Enciclopèdia Catalana. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 1.407 pp.
- ROSSELLÓ, V.M. 1979. Algunas formas kársticas litorales de Mallorca. In: Barceló, B. (ed.). *Actas del VI Coloquio de Geografía*: 115-121. AGE, Universidad de Palma de Mallorca. Palma.
- ROSSELLÓ, V.M. 2003. Geomorfología general. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 49-63. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- SANJAUME, E. 1985. *Las costas valencianas, sedimentología y morfología*. Universitat de València. València. 505 pp.
- SCHNEIDER, J. 1976. Biological and inorganic factors in the destruction of limestone coasts. *Contribution to Sedimentology*, 6: 1-112.
- SMITH, B.J., WARKE, P.A. i MOSES, C.A. 2000. Limestone weathering in contemporary arid environments: a case study from southern Tunisia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25: 1343-1354.
- SPENCER, T. 1988. Limestone coastal morphology: the biological contribution. *Progress in Physical Geography*, 12: 66-101.
- STEPHENSON, W.J. 2000. Shore platforms: a neglected coastal feature? *Progress in Physical Geography*, 24: 311-327.
- SUNAMURA, T. 1992. *Geomorphology of rocky coasts*. John Wiley. Chichester. 302 pp.
- TORUNSKI, H. 1979. Biological erosion and its significance for the morphogenesis of limestone coasts and for nearshore sedimentation (Northern Adriatic). *Senckenbergiana maritima*, 11: 193-265.
- TRUDGILL, S.T. 1976. The marine erosion of limestones on Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.*, 26: 164-200.
- TRUDGILL, S.T. 1979. Spitzkarren on calcarenites, Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd.*, 32: 67-74.
- TRUDGILL, S.T. 1987. Bioerosion of intertidal limestone, Co. Clare, Eire - 3: Zonation, process and form. *Marine Geology*, 74: 111-121.
- TRUDGILL, S.T., SMART, P., FRIEDERICH, H. i CRABTREE, R.W. 1987. Bioerosion of intertidal limestone, Co. Clare, Eire - 1: *Paracentrotus lividus*. *Marine Geology*, 74: 85-80.
- VILES, H.A. 1988a. *Biogeomorphology*. Blackwell. Oxford. 365 pp.
- VILES, H.A. 1988b. Cyanobacterial and other biological influences on limestone weathering on Aldabra: implication for landform development. *Biological Society of Washington Bulletin*, 8: 5-13.
- WALTER-LEVY, L.; FRÉCAUT, R. i STRAUSS, R. 1958. Contribution à l'étude de la zone littorale des îles Baléares. Biologie et chimie des algues calcaires. Formes du relief qui leur sont liées. *Revue algologique*, 3: 202-228.
- WOODROFFE, C.F. 2003. *Coasts. Form, process and evolution*. Cambridge University Press. Cambridge. 623 pp.

# CARACTERITZACIÓ DEL CARST DEL MIGJORN

---

## la seva contribució al modelat del territori

Joaquín Ginés i Joan J. Fornós

*Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears*

### INTRODUCCIÓ

La meitat meridional de l'illa de Menorca és un territori d'aparença tabular, constituït per materials calcaris del Miocè superior. En aquesta regió natural, coneguda com el Migjorn, el modelat càrstic és sens dubte un dels sistemes morfogènètics que contribueix a configurar-ne decisivament el relleu. El carst de la zona –que en línies generals podria ser considerat com més aviat modest– presenta formes exocàrstiques que es limiten a dolines de mides variades, al temps que l'endocarst ens ofereix abundants cavitats de dimensions en general poc destacades. Els condicionants litoestructurals i geomorfològics fan possible distingir en el Migjorn tres subregions càrstiques, amb caràcters ben diferenciats, sobretot en els vessants hidrològic i espeleològic. Resulten de notable interès les interaccions observables entre els diversos sistemes morfogènètics que actuen a la zona (carstificació, erosió fluvial i dinàmica litoral, bàsicament), les quals aconsellen contemplar el relleu del Migjorn com una cruïlla de modelats que han evolucionat durant el Plio-quaternari amb relativa independència.

En el present treball se sistematitzen els coneixements disponibles actualment sobre el carst d'aquesta regió natural de Menorca,

posant un especial èmfasi en l'endocarst –amb la descripció dels principals tipus de cavitats– i avaluant el paper d'aquest sistema morfogènètic en la configuració actual del paisatge del Migjorn.

### ANTECEDENTS

L'illa de Menorca, i molt en particular la seva zona meridional –la regió del Migjorn (Rosselló *et al.*, 2003)–, és un territori on predomina el rocam carbonatat. Aquesta circumstància obliga a fer una referència detallada al modelat càrstic, si volem descriure adequadament els trets principals de la geomorfologia de l'illa, així com intentar també esbrinar els processos que n'han configurat el relleu.

Les investigacions sobre el carst menorquí no són gaire nombroses i, de més a més, són bastant recents. Les primeres recerques es publiquen en la dècada dels anys cinquanta del segle passat i són bàsicament resultats de campanyes espeleològiques desenvolupades per investigadors catalans; en particular, Thomas-Casajuana i Montoriol-Pous (1951) s'ocupen de les formes subterrànies properes a cala Blanca –al sud de Ciutadella–, treball que constitueix tal vegada la primera aportació substancial al coneixement del carst del Migjorn de Menorca. De tota manera, cal citar

alguns precedents, d'interès exclusivament històric, que es remunten a final del segle XIX i primeria del XX, en els quals s'enumeren i descriuen algunes cavitats naturals menorquines (Puig y Larraz, 1896; Maheu, 1912).

No ens ha de sorprendre que aquestes investigacions pioneres estiguin dirigides a l'estudi dels fenòmens subterranis: hem de tenir present que el modelat exocàrstic de l'illa és més aviat modest i poc espectacular (com es veurà més endavant), de tal manera que les abundants coves existents constitueixen una de les manifestacions més cridaneres del carst del Migjorn. Aquesta preeminència dels treballs de caire espeleològic es perllonga durant les dècades dels setanta i vuitanta, com a resultat de l'expansió de les activitats espeleològiques a les nostres illes. Successives campanyes s'ocupen dels fenòmens endocàrstics del barranc d'Algendar (Mir, 1976), dels barrancs de Binigaus i de Son Boter (Mir, 1979), com també de nombroses cavitats més o manco importants localitzades a diferents indrets de l'illa (Trias, 1985; Trias i Ginés, 1989). Les activitats espeleològiques es perllonguen fins a l'actualitat, propiciant fins i tot importantíssimes troballes paleontològiques i arqueològiques (Seguí *et al.*, 1998; Lull *et al.*, 1999).

Encara que de forma molt esporàdica, alguna publicació s'apropa també al carst de Menorca des d'una perspectiva que el reconeix com a un sistema d'erosió específic, el qual contribueix activament al modelat del territori que ens ocupa. Esmentarem, en aquest sentit, l'esbós geomorfològic de l'illa realitzat per Obrador i Mercadal (1981) i, sobretot, l'acurat estudi inèdit sobre el carst del Migjorn efectuat per García-Senz (1985), treball que considerem una valuosa fita dins el coneixement geomorfològic de l'illa.

Els materials carbonatats de la meitat meridional de Menorca han estat així mateix objecte d'atenció des d'un punt de vista estrictament hidrogeològic, però sense aprofundir en les relacions entre la hidrologia subterrània i l'espeleogènesi associada a l'evolució geomorfològica d'aquesta regió. Alguns treballs, com el de Barón *et al.* (1979), s'ocupen dels recursos hídrics del Migjorn, focalitzant els problemes

d'intrusió salina als extrems occidental i oriental de l'àrea que ens interessa.

A partir de la dècada dels noranta té lloc una nova remesa d'aportacions, dirigides cap a la interpretació de com el modelat càrstic ha participat en la configuració de la fisonomia actual del paisatge del Migjorn. Dins el marc d'un estudi geomorfològic exhaustiu de l'àrea, diferents publicacions (Fornós, 2003; Fornós *et al.*, 1998; Rosselló *et al.*, 1997, 2002) assenyalen diversos exemples d'interferències que es donen entre el carst i els altres modelats actuants a la zona, concretament l'erosió litoral i l'evolució de la xarxa hidrogràfica superficial.

D'acord amb aquesta darrera línia de raonament, caldria entendre aquestes pàgines: pretenem donar una visió detallada dels trets generals i de les peculiaritats morfogenètiques del carst del Migjorn de Menorca, intentant a la vegada situar aquest modelat dins el conjunt de sistemes d'erosió responsables del seu relleu actual. Així mateix es procurarà sistematitzar les regularitats observades, les quals permetran individualitzar diverses subregions càrstiques diferenciades. Tot i l'acusat interès geomorfològic del carst menorquí –sense el qual no és possible explicar el paisatge del Migjorn–, és precís admetre que parlem sempre d'un carst bastant modest, tant pel que fa a les seves característiques morfològiques com a les dimensions dels fenòmens observables (Ginés, 2003). Així no ens ha de sorprendre que siguin escasses les referències –passades o futures– al carst de Menorca en els manuals generals sobre aquesta matèria.

## LES SINGULARITATS DEL MODELAT CÀRSTIC

Quan al·ludim el vocable *carst* ens estam referint a un tipus de paisatge que té el seu referent ideal als terrenys calcaris d'Eslovènia, situats molt a prop de la frontera amb Itàlia. El topònim *kras* –epònim d'aquesta regió i germanitzat sota la forma de *karst*– ha estat adoptat internacionalment per a designar el tipus de modelat característic de les roques solubles, en particular de les roques calcàries.





Fig. 16.1. A les parets dels barrancs abunden les boques de cavitats subterrànies, com és el cas de la cova des Coloms situada al paratge de Binigaus (Es Migjorn Gran).

Una definició correcta del terme, concordant amb el paradigma eslovè, ens parlaria d'un territori dotat de unes peculiars característiques morfològiques i hidrològiques, relacionades amb una combinació d'alta solubilitat de la roca i una ben desenvolupada porositat secundària de la mateixa (Jennings, 1985; Ford i Williams, 1989). La majoria de les definicions a l'ús associen el carst amb les litologies carbonatades, distingint un seguit de formes específiques, ja siguin superficials –exocarst–, ja subterrànies –endocarst.

És necessari fer especial incidència que l'originalitat del carst radica en el seu peculiar comportament hidrològic, la manifestació fonamental del qual es materialitza en la progressiva organització dels corrents hídrics subterranis que constitueixen unitats de drenatge diferenciades (Mangin, 1974). Una interessant discussió terminològica sobre els conceptes de carst i de carstificació és subministrada per Renault (1977), qui així mateix sosté que aquest tipus de modelat ve definit per l'existència d'un drenatge subterrani de caràcter més o manco an-

isòtrop, depenent dels condicionants litològics i estructurals.

A la vista del que s'ha exposat, podem resumir els trets definitoris dels terrenys càrstics en tres aspectes clau:

- la presència de formes superficials específiques, que tendeixen a afavorir la infiltració i el drenatge endorreic de les precipitacions meteorològiques;
- l'abundància de cavitats subterrànies (penetrables o no per l'home) les quals són conseqüència de la susceptibilitat de la roca als processos de dissolució, que actuen sobre una important porositat, principalment de tipus secundari en el cas de les calcàries compactes;
- i, el més important, la implantació d'un comportament hidrològic particular caracteritzat per l'existència d'un drenatge subterrani de les precipitacions, que tendeix a desarticular i reemplaçar en la seva totalitat la xarxa hidrogràfica superficial.

Aquests trets definitoris es donen amb rellevància dispar en el carst del Migjorn menorquí. Mentre les formes exocàrstiques són poc espectaculars, els fenòmens subterranis sovintegen per tot arreu (Fig. 16.1), encara que les dimensions de les coves i avencs coneguts són més aviat modestes. El tercer aspecte clau –la hidrologia subterrània– és ben funcional a l'àrea d'estudi; no obstant això, el drenatge subterrani coexisteix amb una relativament ben desenvolupada xarxa hidrogràfica superficial, sobretot al sector central del Migjorn on les capçaleres dels barrancs assoleixen les roques impermeables de la regió de Tramuntana. En canvi, els extrems oriental i occidental de l'àrea en estudi destaquen per la presència d'una xarxa molt menys evident de valls seques, que no arriba a estar del tot desarticulada en favor del drenatge subterrani.

Les consideracions comparatives exposades permeten copsar que el Migjorn menorquí constitueix una regió càrstica –fora tota discussió–, malgrat que exhibeixi notables diferències en relació al paradigma clàssic. Com podem comprovar als següents apartats, ens trobam davant un territori on es juxtaposen formes pertanyents a diversos sistemes morfogenètics i al qual els trets

estrictament càrstics no resulten determinants pel que fa a l'aparença general del paisatge.

## EL PAPER DELS CONDICIONANTS GEOLÒGICS

Els aspectes geològics de la regió del Migjorn són objecte d'una anàlisi detallada en aquesta mateixa monografia (veure Obrador i Pomar, 2004, en aquest mateix volum), motiu pel qual ara no serà convenient estendre'ns gaire per tal d'estalviar repeticions. La finalitat, doncs, d'aquest apartat és apuntar la incidència que tenen els factors geològics –litologia i estructura, sobretot– en el comportament del sistema morfogenètic propi de les roques carbonatades.

Com ja probablement coneixem, la meitat meridional de Menorca ofereix una relativa homogeneïtat litoestratigràfica, donat que està integrada en la seva totalitat per dipòsits post-orogènics del Miocè superior (Tortoniana-Messinià), els quals prograden cap al sud sobre un basament tectonitzat que abraça des del Paleozoic fins al Neogen. En els materials del Miocè superior de l'illa, es distingeixen habitualment dues unitats (Obrador, 1972/73; Obrador *et al.*, 1983; Pomar *et al.*, 2002). La inferior, que sol ser designada com a Unitat Inferior de Barres (UIB), mostra una gran variabilitat textural, en predominar-hi les calcarenites i calcisiltites, i fins i tot els conglomerats, segons l'ambient deposicional. La unitat superior, en canvi, és de caràcter escullós amb abundants cossos bioconstruïts que alternen, així mateix, amb fàcies calcarenítiques. En termes generals, aquestes dues unitats superposades presenten una distribució paral·lela al litoral, on afloren preferentment –però de forma discontinua– els dipòsits de la unitat superior.

La disposició estructural dels materials post-orogènics del Migjorn és relativament simple, ja que es troben disposats subhorizontals, o una mica inclinats cap al SW. S'hi observen importants falles normals de direcció WNW-ESE, que controlen de forma decisiva la trajectòria de la línia de costa. El conjunt dels materials calcaris es presenta bombat cap al centre

de la regió, formant un anticlinal lax l'eix del qual es troba orientat en direcció NNE-SSW (Gelabert, 2003). La fracturació, molt més intensa al centre de l'àrea, segueix unes direccions preferents N-S, NNE-SSW i NNW-SSE que es poden reconèixer amb facilitat en el traçat dels principals barrancs i torrents; cap als extrems oriental i occidental predominen les fractures d'orientacions WNW-ESE i WSW-ENE.

Sens dubte, el tret estructural més rellevant del Migjorn és l'esmentat aixecament relatiu que ha experimentat el sector central de la regió –comprès, aproximadament entre el barranc de Santa Anna i el de Cala en Porter–, fet que repercuteix en la distribució espacial tridimensional de les unitats del Miocè superior. Com a resultat d'aquesta disposició, a l'esmentat sector aixecat central predominen les unitats inferiors (Fig. 16.2), que presenten una permeabilitat baixa, mentre als extrems occidental i oriental afloren extensament les unitats esculloses superiors molt més permeables (Barón *et al*, 1979; García-Senz, 1985).

La conjuminació de variables litològiques i estructurals tindrà una repercussió decisiva en el funcionament del sistema càrstic i en les formes resultants, tal com anirem veient als successius apartats. Les repercussions dels condicionants geològics són bàsicament de caire hidrològic i és adequat ressaltar-ne els tres aspectes següents. Per un costat, ens trobam davant situacions ben diferents pel que fa al factor permeabilitat de la roca, segons quines siguin les unitats aflorants; així, ja s'ha comentat que la permeabilitat dels materials carbonatats del Migjorn és notòriament més elevada a les zones oriental i occidental que al seu sector central. Per altra banda, l'estructura geològica determina la posició de les roques carstificables en relació amb els nivells de base que han controlat els processos morfogenètics. En aquest sentit, i a tall d'exemple, es torna a individualitzar –de bell nou– un sector central, on la xarxa de barrancs i torrents representa (o ha representat) el nivell de base de les circulacions càrstiques; en contraposició, als sectors extrems de la regió, la

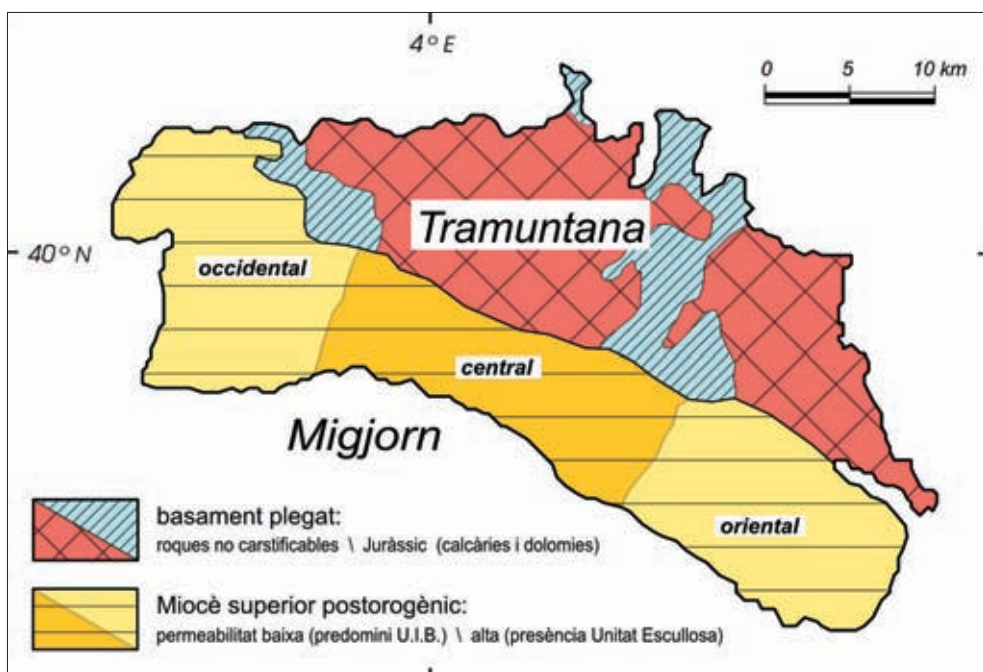


Fig. 16.2. Mapa de les regions càrstiques de l'illa de Menorca, amb indicació dels materials geològics aflorants.

hidrogeologia actual està controlada directament pel nivell marí. Finalment, l'estructuració tectònica recent del Migjorn ha determinat una configuració geomorfològica diferenciada de l'al·ludit bloc aixecat central, afavorint l'encaixament de la seva xarxa fluvial –i l'evolució paral·lela dels sistemes càrstics relacionats–, sobretot en aquells casos de barrancs importants que tenen la capçalera sobre els materials impermeables plegats de la Tramuntana.

Els condicionants geològics, tal com s'ha començat a esbossar ara, expliquen les heterogeneïtats internes del carst del Migjorn de Menorca. Dels diversos factors enunciats, els accidents estructurals pareixen condicionar molt més el modelat que la mateixa distribució geogràfica de les distintes fàcies carbonatades, diferenciables dins del Miocè superior. De més a més, no hem d'oblidar el fet que la pròpia disposició espacial d'aquestes fàcies –amb graus ben diversos de permeabilitat– és conseqüència també, en gran mesura, de l'estructuració recent de la regió.

## LES FORMES EXOCÀRSTIQUES

El paisatge del sud de Menorca es mostra als ulls de qualsevol observador amb l'aparença d'una plana suaument ondulada i molt antropitzada, la qual està provista d'una lleu inclinació cap al SSW que en cap cas arriba a valors superiors al 16 ‰. L'homogeneïtat topogràfica de la plataforma apareix interrompuda per una mena de crestes o esglaons que discorren paral·lels a la línia de costa, al llarg de desenes de quilòmetres, els quals reflecteixen presumiblement discontinuïtats de caràcter litoestratigràfic o, tal vegada, superfícies d'abradió relictas. Aquest territori gairebé tabular es veu solcat transversalment –sobretot a la seva porció central– per profundes valls fluvials que el travessen de nord a sud; així mateix, a tota la franja litoral de la regió sovintegen barrancs de menor entitat que s'encaixen a les voreres de la plataforma emergida. Arreu de la superfície de l'àrea en estudi és possible reconèixer una quantitat discreta de formes exocàrstiques, que



Fig. 16.3. Lapiatz d'aspecte cavernós, constituït per abundants perforacions i al·vèols desenvolupats sota coberta edàfica a la costa de punta Prima.

apareixen complidament recollides al mapa geomorfològic inclòs en aquesta mateixa obra (Rosselló, 2004), i de les quals ens ocupam tot seguit.

### El lapiaz

El micromodelat superficial de dissolució és, fora dubte, un dels caràcters més cridaners i distintius dels paisatges càrstics i agrupa tot un seguit de formes que confereixen singularitat a aquests territoris.

En el cas que ens ocupa, no resulta exagerat afirmar que el lapiaz és pràcticament inexistent, si feim excepció de petites prominències (decimètriques com a molt) i de formes alveolars de dissolució, originades sota un poc potent substrat edàfic (*kavernosen Karren, criptolapiaz*; Ford i Williams, 1989). L'aspecte esponjós d'aquestes formes de lapiaz semicobert està relacionat amb la litologia dels dipòsits calcarenítics, els quals es troben sovint molt bioturbats i són bastant heterogenis des del punt de vista textural (Fig. 16.3). També cal esmentar algunes formes inespecífiques de dissolució observables als llocs de relleu acusat, com per exemple les voreres dels principals barrancs.

Malgrat que no siguin morfologies estrictament càrstiques, mereix una menció a part l'ample repertori de cocons, perforacions, petits pinacles i superfícies rugoses en general, que caracteritzen els mecanismes de destrucció dels litorals calcaris de les Balears (Gómez-Pujol i Fornós, 2001). Les variades formes de lapiaz litoral, originades per processos bioerosius com també de dissolució inorgànica, són omnipresents al llarg de tota la franja costanera de l'illa, encara que no han estat fins fa poc objecte d'una atenció particularitzada (vegeu Gómez-Pujol i Fornós, 2004, en aquest mateix volum).

### Les depressions càrstiques

Aquestes formes de superfície no poden ser qualificades d'espectaculars ni de gaire abundants. Tot i això, García-Senz (1985) reconeix al Migjorn un poc més d'una vintena de

*dolines* –depressions tancades del terreny, que engoleixen les aigües de pluja– de magnitud decamètrica a hectomètrica en planta, a més de diversos exemples de depressions majors, de mida superior al quilòmetre.

Es tracta de dolines produïdes per dissolució (Jennings, 1985) amb el fons més aviat pla, que presenten molt poca fondària (tan sols uns pocs metres) i resulten, per tant, difícils d'identificar fins i tot en la cartografia més detallada disponible (el *Mapa Topogràfic Balear*, a escala 1/5.000). El drenatge endorreic que focalitzen aquestes dolines es realitza mitjançant freqüents engolidors (Fig. 16.4), de vegades penetrables, però sempre de desenvolupament subterrani molt modest. L'escassa fondària que assoleixen les esmentades depressions, juntament amb l'elevadíssim grau d'antropització del paisatge, fan també difícils el reconeixement sobre el terreny d'aquestes àrees deprimides.

A la porció central de l'àrea predominen les dolines de mida mitjana o petita (màxim, alguns centenars de metres de diàmetre), com per exemple la depressió que es troba prop de les cases de Binigaus Vell en direcció a Es Migjorn Gran, o la situada entre les cases de Sant Tomàs i el barranc de Son Boter. En general, les depressions existents en aquest sector central no mostren un control estructural gaire evident; en ocasions, algunes d'aquestes dolines se situen sobre una primitiva xarxa de valls seques, que es veuen desorganitzades per la progressió del drenatge subterrani.

Les depressions de mides majors –superiors al quilòmetre de diàmetre– són més abundants a les zones extremes del Migjorn, en particular al sector oriental. Concretament, entre les poblacions de Sant Lluís, Sant Climent i Maó és factible reconèixer diverses àrees deprimides l'eix major de les quals supera o s'apropa al quilòmetre; són grans depressions, molt suaus, gairebé indetectables sense l'ús dels fotogrames aeris. A l'extrem occidental de l'illa, al sud de Ciutadella, també es poden identificar dolines d'aquestes característiques, com és el cas de la gran depressió d'uns 1.400 x 500 m, situada al costat de Sant Joan de Missa. La disposició d'aquestes depressions



Fig. 16.4. Engolidor impenetrable situat en la zona més deprimida d'una dolina de sa Marjal Vella al Migjorn menorquí.

major pareix adaptar-se a la distribució de les fàcies dels materials escullosos, exhibint una orientació paral·lela al litoral actual, donat que més o manco ressegueixen les crestes litològiques abans citades.

En la totalitat dels fenòmens observats, no resulta adequat parlar de *pòlies* –malgrat les dimensions quilomètriques d'algunes localitats– ja que manca la ruptura de pendent clara entre el fons pla reblit de sediments i les parets rocoses de la depressió (Gams, 1978; Ford i Williams, 1989). En tots els casos estaríem simplement davant grans dolines originades per dissolució del rocam carbonatat, de dimensions realment importants, emperò molt somes i poc evolucionades gràcies a l'acusada permeabilitat dels dipòsits escullosos del Miocè superior.

### **La xarxa hidrogràfica superficial i el carst**

Tal com ja s'ha anat exposant pàgines enrera, el modelat exocàrstic coexisteix amb una xarxa hidrogràfica relativament ben desenvolupada (Rosselló *et al.*, 2003), sobretot al

bloc central del Migjorn. Car referir-se ara a algunes de les seves particularitats, relacionades en certa mesura amb la morfogènesi dels territoris carbonatats.

L'aspecte que crida més l'atenció en aquest sentit és la presència dels profunds barrancs que solquen la plataforma calcària, de nord a sud. Es tracta d'autèntics canyons, morfologia que és pot considerar freqüent als massissos càrstics, allà on importants corrents al·lòctons tallen les roques calcàries. El pendent d'aquests barrancs és petit (normalment entre el 0,5 % i 1,5 %) i el seu encaixament moderat, ja que la relació amplada/fondària sol ésser sempre superior a 4. Convé recordar que els canyons càrstics es circumscriuen al sector comprès, més o manco, entre Macarella i Alaior. Dins aquesta àrea, destaquen els espectaculars canyons corresponents als barrancs d'Algendar i de Trebalúger.

La gènesi d'aquests importants aparells fluvials es relaciona amb l'aixecament del bloc central del Migjorn i la seva major freqüència de fracturació; no gensmenys, el control estructural és ben patent a gran part dels pseudome-

andres dels barrancs. A més, l'encaixament accentuat dels corrents superficials ha tingut lloc bàsicament en aquells casos que les seves capçaleres mosseguen els terrenys impermeables de la Tramuntana, amb el que això suposa d'increment en les extensions de les conques i en els cabals drenats.

Des del punt de vista del carst, cal tenir en compte dues qüestions. Per un costat, el paper dels barrancs ha estat clau pel que fa a la hidrogeologia, en la mesura que han actuat –i actuen– de nivell de base local controlador de l'espeleogènesi i les circulacions subterrànies; fins i tot avui en dia, és freqüent trobar encara fontetes o ullals en el jaç dels principals torrents. Per altra banda, és habitual localitzar engolidors en les lleres dels barrancs, sobretot en les dels tributaris més elevats de la xarxa fluvial, tal i com succeeix prop de Binimassó (Ferrerries) on se situen alguns engolidors com la mateixa cova d'en Curt, una de les cavitats més importants de l'illa. L'avenc d'Algendar

(Fig. 16.5), també a Ferrerries, representaria així mateix una pèrdua en el fons d'un d'aquests torrents (Mir, 1979).

L'observació dels terrenys adjacents a molts de barrancs permet albirar una mena de raconades de relleu molt suau i planta arrodonida, que són particularment abundants en els tributaris de menor entitat; les formes esmentades són identificables amb relativa facilitat mitjançant les nombroses inflexions redonduques de les corbes de nivell, existents a les vores de la xarxa fluvial. Aquestes enfonsades poden ésser atribuïdes, plausiblement, a fenòmens de captura d'algunes dolines per part dels sistemes de drenatge superficial. En uns contextos abastament diferents, també s'aprecien circs rocósos molt més verticalitzats en els trams terminals de determinades valls, per exemple a la cala de Sant Llorenç (Alaior) o cala Macarelleta (Ciutadella). Els exemples citats han estat interpretats, així mateix, com a pretèrites depressions càrstiques desmantellades per la xarxa

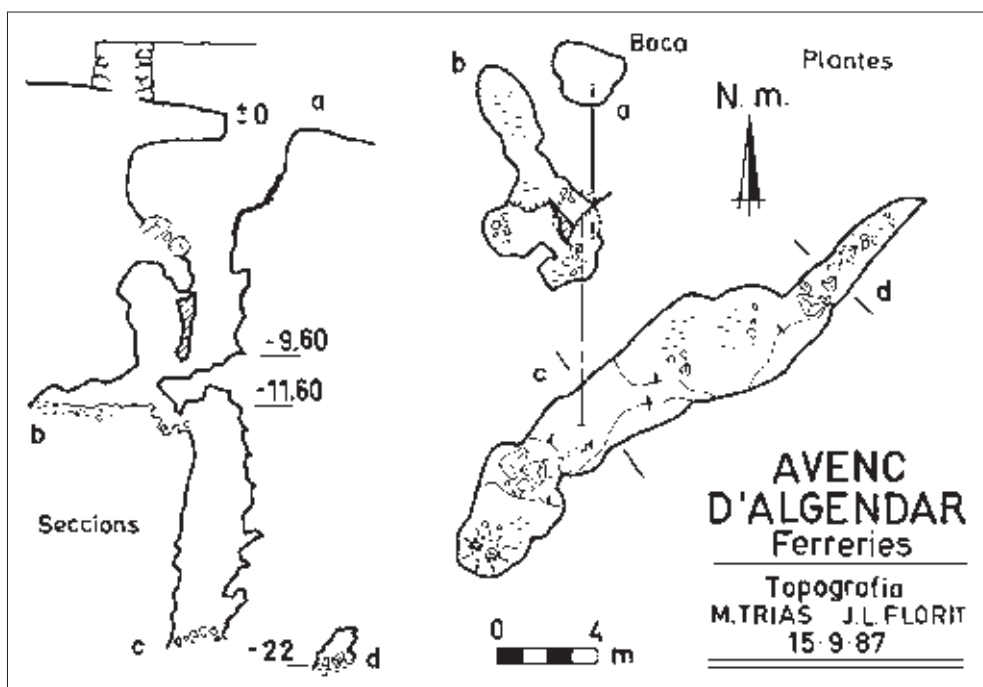


Fig. 16.5. A les lleres d'alguns barrancs, són freqüents els petits avencs que actuen d'engolidors ocasionals de l'escorrentia superficial.



Fig. 16.6. Al Migjorn s'observen restes d'una pretèrita xarxa de valls, avui en dia seques, les quals es troben més o manco desorganitzades pel progrés de la carstificació (Torrepatxina).

superficial de drenatge (Rosselló *et al.*, 1997, 2002), encara que tal vegada caldrien proves concloents que recolzassin aquest plantejament.

És precís referir-se, per acabar, a la presència de nombroses valls seques (Fig. 16.6), amples i molt poc marcades, que arriben a constituir xarxes més aviat discontinües, observables particularment en les plataformes baixes occidental i oriental (García-Senz, 1985). Sens dubte constitueixen formes relictos d'antics sistemes superficials de drenatge, avui en dia disfuncionals per mor de la progressió dels processos de carstificació, sense descartar la seva correspondència amb paleoclimes bastant més humits que l'actual. Una part significativa dels paleocanals identificables recorren paral·lels a la costa, resseguint les crestes litològiques al·ludides amb anterioritat. Algunes de les grans depressions de la zona oriental del Migjorn (entre Sant Climent i Sant Lluís) corresponen a la desorganització d'aquesta xarxa de valls seques, essent possible observar-hi dedins vestigis bastant fragmentaris.

## LA HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA I ELS PROCESSOS ESPELEOGENÈTICS

El comportament hidrogeològic de la plataforma calcària del sud de l'illa exhibeix la ja coneguda diferenciació en tres grans subunitats, a la qual hem fet referència repetidament en parlar tant de la geologia de l'àrea com de determinats aspectes de la seva morfogènesi (consulteu Gelabert *et al.*, 2004, en aquest mateix volum). Als sectors extrems oriental i occidental, la presència de les fàcies esculloses de les unitats superiors del Miocè postorogènic fa que aquests aqüífers litorals es caracteritzin per una elevada permeabilitat (Barón *et al.*, 1979), amb gradients hidràulics baixos (inferiors al 0,4 %) i un funcionament hidrològic semblant al dels medis porosos. El fet que aquestes fàcies altament permeables (fins a 25 m/dia com a valors màxims) aflorin al voltant del nivell marí actual facilita els processos d'intrusió marina, en unes zones que a la vegada són de les més poblades de l'illa.



En contraposició, la porció central del Migjorn presenta baixes permeabilitats del rocam (0,1 m/dia, en els materials de la Unitat Inferior de Barres) dins d'un context geomorfològic constituït per un bloc aixecat tectònicament, en el qual s'encaixen importants valls fluvials. En la situació descrita es donen uns gradients hidràulics bastant més elevats (>2 %) i s'observa amb claredat l'important paper hidrogeològic dels barrancs, donat que els mapes d'isopiezes reflecteixen de manera fidel la seva trajectòria (Barón *et al.*, 1979). La hidrogeologia d'aquest sector es correspondria amb un model de doble porositat on, al costat de la porositat primària dels materials calcarenítics, en trobam una altra de més elevada, producte dels mecanismes de carstificació que exploten rígidament les directrius tectòniques d'aquesta unitat morfoestructural. Els problemes de contaminació salina són menyspreables aquí, per mor de la permeabilitat reduïda dels materials que aflora a la línia de costa, a més de l'escassa pressió humana exercida en aquesta porció del litoral.

Els recursos hídrics explotables són elevats (al voltant de 30 hm<sup>3</sup>/any), el que fa del Migjorn la unitat hidrogeològica més rellevant de l'illa. Parlant en general, la descàrrega d'aquests aquífers té lloc directament a la mar, encara que al sector central una part d'ella es produeix cap als fons dels grans barrancs, on és habitual trobar surgències d'escassa magnitud.

La caracterització hidrogeològica que acabam d'insinuar comporta l'actuació de processos espeleogenètics diversos en les distintes zones individualitzades, amb la conseqüent presència de tipologies ben diferents de cavitats subterrànies segons sigui la seva situació geogràfica. Per tant, els trets morfològics de l'endocarst del Migjorn no són en absolut homogenis degut, bàsicament, a factors de caire litoestructural, així com d'altres relacionats amb l'evolució geomorfològica de la regió.

La gènesi i evolució de les formes subterrànies de la porció central de l'illa està condicionada pel següent fet: la baixa permeabilitat, a petita escala, de les unitats de barres del Miocè superior afavoreix una carstificació molt focalitzada cap a les discontinuïtats estructurals de la plataforma calcària. L'esmentada focalització és patent a nivell de la recàrrega dels aquífers, ja que es pot constatar, per exemple, la presència d'un nombre apreciable d'engoldors i petits avencs en aquest sector (Fig. 16.5), com també la manca de grans àrees endorreiques que correspondrien a una infiltració molt més difusa, tal com succeeix a l'extrem oriental del Migjorn. On es fa més evident, emperò, la concentració del drenatge a favor de les discontinuïtats estructurals és a l'endocarst, en localitzar-se a les vores dels principals barrancs nombroses formes de drenatge rectilínies (Fig. 16.7), majoritàriament no funcionals, les quals

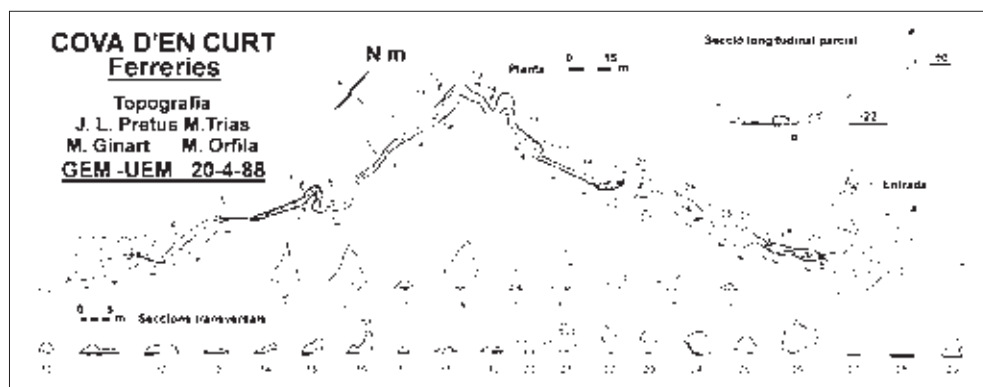


Fig. 16.7. Les coves del sector central del Migjorn es caracteritzen per la presència de galeries rectilínies, fortament controlades per la fracturació.

s'han generat i evolucionat en relació a la progressiva incisió de la xarxa fluvial epigea.

Les formes subterrànies dels extrems occidental i oriental del Migjorn, localitzades a les fàcies esculloses de les unitats superiors del Miocè postorogènic, s'haurien excavat en condicions freàtiques litorals, lligades presumiblement a l'activitat geoquímica de la zona de mescla entre aigües marines i continentals (Back *et al.*, 1984; Ginés, 1995). El control estructural és molt menys evident en aquest tipus de cavitat, gràcies a la major porositat i permeabilitat del rocam que es manifesta mitjançant la presència de llacs subterranis d'aigües salabroses. De més a més, la important evolució en condicions vadoses experimentada per aquestes coves (esfondraments de blocs rocosos, deposició d'espeleotemes) tendeix així mateix a emascarar la influència de l'estructura sobre la seva morfogènesi (Fig. 16.8).

Cal dedicar algun comentari a la cova d'en Xoroi (Murillo, 1963), cavitat explotada turísticament que s'obre als penya-segats litorals de cala en Porter, a Alaior. Consisteix en un seguit de sales d'origen freàtic, disposades de mode paral·lel a la línia de costa, i dotades d'abundants ramificacions de dimensions petites que penetren molt poc terra endins. La morfologia de la cavitat presenta semblances amb el model de *flank margin cave development* elaborat per Mylroie i Carew (1990), autors que descriuen cavitats semblants les quals s'estenen marginalment al llarg de la franja litoral d'illes carbonatades com les Bahames. Es tractaria d'un cas particular d'espeleogènesi litoral, associada també a la zona de mescla abans al·ludida.

En tota l'illa estan inventariades avui en dia prop de 350 coves i avencs, localitzats en la seva immensa majoria en els materials carbonatats del Migjorn, amb concentracions

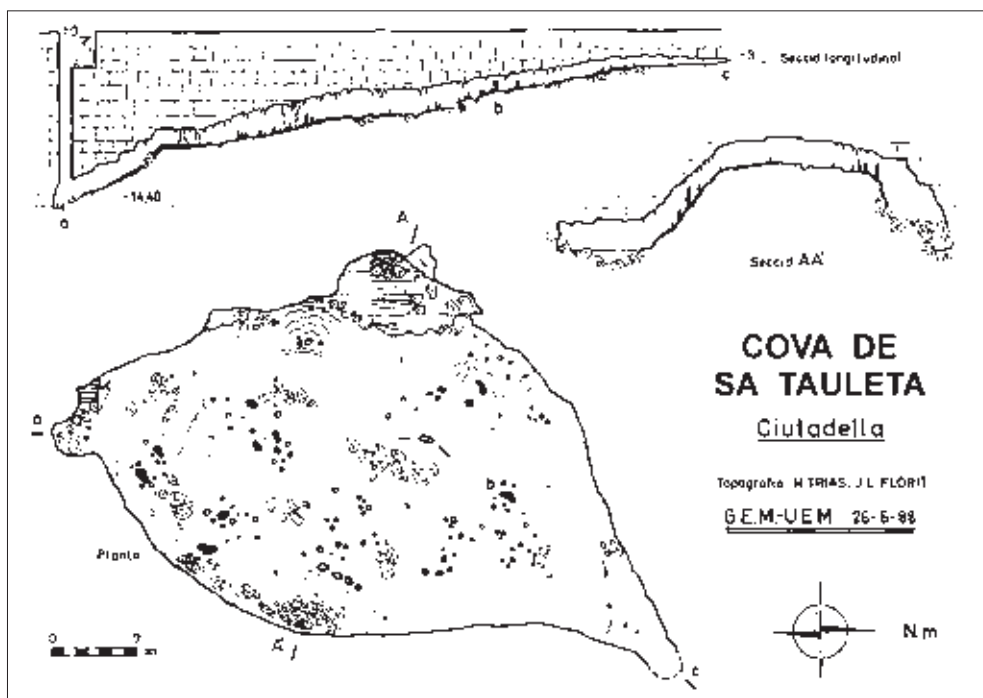


Fig. 16.8. A l'extrem occidental del Migjorn trobem coves constituïdes per grans sales, on predominen els processos d'enfonsament de les voltes i es poden observar llacs subterranis d'aigües salabroses.



Fig. 16.9. Els penya-segats costaners ocasionen el desmantellament de tot tipus de formes d'origen càrstic (pont natural a la costa de s'Algar).

majors de cavitats en les parts central i occidental d'aquesta regió natural; contràriament, l'extrem sudoriental de l'illa (municipis de Maó, Sant Lluís i Es Castell) és pobre en cavitats dignes de menció. Aquests fenòmens endocàrstics són sempre de dimensions modestes: per una part les formes verticals, o avencs, assoleixen fondàries de tan sols unes desenes de metres, mentre que les coves de desenvolupament horitzontal tenen normalment recorreguts subterranis inferiors al quilò-

metre (vegeu Trias, 2004, en aquest mateix volum). Una excepció destacable s'allunya dels rangs espeleomètrics abans esmentats, ja que la font de sa Vall –o cova de s'Aigo de Son Boter, en el municipi d'Es Migjorn Gran– ultrapassa els tres quilòmetres de desenvolupament, malgrat es tracti d'una xifra encara dependent de confirmació topogràfica. En conjunt, podem dir que les cavitats d'una certa rellevància espeleomètrica i morfològica no arriben al centenar dins la regió natural que ens ocupa.

### EL MIGJORN DE MENORCA: UNA CRUÏLLA DE MODELATS DIVERSOS

La revisió detinguda que hem fet de les particularitats associades a la naturalesa calcària de la meitat meridional de l'illa, ens permet copsar que el paisatge geomorfològic resultant ha de ser interpretat des d'una òptica necessàriament pluricausal. La morfogènesi càrstica no és l'única implicada en la conformació del relleu del Migjorn; ben al contrari, aquesta singular regió menorquina esdevé el resultat de la dialèctica entre diversos modelats que han anat actuant, de manera relativament independent, durant el Plio-quaternari. Els sistemes d'erosió implicats són, al manco, l'erosió fluvial –i la dinàmica de vessants associada–, la carstificació i la dinàmica litoral.

L'actuació d'aquests modelats al llarg de l'espai i del temps fa que per força existeixin interferències entre ells, malgrat que en la majoria dels casos no es pugui observar –al nostre parer– una supeditació o primàcia notable d'un modelat envers els altres. De més a més, altres aspectes, com la variabilitat pleistocènica del nivell marí, afegeixen una complicació addicional a la història geomorfològica de l'àrea, a causa de la gran inestabilitat espacial i temporal dels nivells de base que han regit el treball dels diferents sistemes morfogenètics. Per acabar d'adobar aquest complex panorama, cal tenir en compte l'activitat de l'home durant els darrers mil·lenis. La intervenció

antropica en el paisatge és tal que ha arribat a emascarar i determinar-ne la fisonomia actual i, fins i tot, alterar la dinàmica dels modelats que hi estan representats.

Per tal d'il·lustrar, amb qualque exemple, de quina manera els diferents sistemes morfogenètics van treballant fins que es troben i interfereixen en algun moment, cal fixar-se en les informacions accessibles en els accidents més dinàmics de la topografia illenca, és a dir els penya-segats. El progressiu retrocés de les timbes –siguin costaneres o pertanyents a les parets dels barrancs– és ben normal que seccioni, i tregui a la llum, formes relacionades amb la carstificació de la plataforma carbonatada (Fig. 16.9). El cas de cala Galdana resulta prou instructiu en aquest sentit (Fornós, 2003), ja que la trajectòria meandritzant del barranc talla alguns esfondraments càrstics visibles particularment en la vorera sud de la cala; així mateix, resseguint el litoral cap a l'est, l'erosió litoral ha capturat diverses formes càrstiques (dolines de col·lapse, conductes endocàrstics) que donen origen a successives endinsades rodonesques de la línia de costa.

En general, al llarg de tota la costa del Migjorn s'observen nombrosos conductes i tot tipus de cavitats càrstiques més o manco destruïts per l'erosió costanera (Rosselló *et al.*, 2002), fet que posa de manifest la situació que hem argumentat d'interferències –no necessàriament causals– entre diferents sistemes morfogenètics.

Regions càrstiques	Marc geològic			Formes exocàrstiques			Formes endocàrstiques			Hidrogeologia
	materials mesozoics plegats	Miocè postorogènic		grans depressions	dolines	lapiaz	cavitats verticals	formes de drenatge horitzontal	coves clàstiques litorals	
		unitats inferiors	unitats superiors							
<b>Tramuntana</b>	●				◆	◆	◆		◆	aqüífers fissurals
<b>Migjorn</b>	occidental	○	●	◆	◆				◆	aqüífers isotrops
	central		●		◆		◆	◆	◆	aqüífers doble porositat
	oriental	○	●	◆	◆				◆	aqüífers isotrops

● litologia dominant    ○ altres litologies aflorants    ◆ present    ◆ comú    ◆ abundant

Fig. 16.10. Trets diferencials de les regions càrstiques de l'illa de Menorca.

## CONCLUSIONS: LES REGIONS CÀRSTIQUES DE MENORCA

Els trets específics de la carstificació desenvolupada a les unitats morfoestructurals que componen l'illa (Ginés i Ginés, 1989), permeten establir distintes regions càrstiques més o manco diferenciades (Fig. 16.2), tres de les quals integren conjuntament la singular plataforma de la Menorca meridional. Els aspectes diferencials de les regions càrstiques establertes apareixen reflectits a la figura 16.10, on s'han reunit també, a títol comparatiu, les dades corresponents als afloraments calcaris mesozoics de la Tramuntana.

Centrant-nos en la carstificació dels materials del Miocè superior que conformen el Migjorn, queda molt clarament individualitzat un sector central, que es caracteritza per un modelat càrstic poc espectacular però peculiar, l'evolució del qual va estar controlada —en primera instància i des dels punts de vista geomorfològic i hidrològic— per la incisió dels barrancs que integren la xarxa fluvial. El fet diferencial més destacable d'aquesta subregió central consisteix en l'existència d'abundants formes subterrànies de drenatge, que s'obren a les parets dels principals barrancs. Les depressions càrstiques són escasses i es tracta, en general, de dolines de mides decamètriques.

Per altra banda, els sectors occidental i oriental constitueixen un carst de caràcter costaner, que afecta les fàcies esculloses miocèniques, molt relacionat, quant a la seva gènesi i evolució, amb les vicissituds del nivell marí quaternari. Dins aquestes dues àrees extremes, les grans dolines de dimensions hectomètriques estan ben representades, al temps que l'endocarst ofereix alguns trets distintius, com són el predomini de les sales àmplies, evolucionades mitjançant mecanismes d'esfondrament de les voltes, i l'existència de llacs hipogeus d'aigües salabroses.

La geomorfologia del sud de Menorca, com a territori majoritàriament calcarí que és, està del tot condicionada per la incidència dels processos càrstics. Malgrat això, cal que la rellevància d'aquest modelat sigui avaluada amb la major objectivitat, tenint en considera-

ció les peculiaritats introduïdes per factors litoestructurals, climàtics, hidrogeològics i geomorfològics en general. El resultat final, pel que fa a la gènesi del relleu del Migjorn, radica en l'actuació conjunta de diversos sistemes morfogènics (fluvial, càrstic, litoral...) que es desenvolupen i interactuen entre ells al llarg dels darrers milions d'anys. La importància relativa de cada sistema no és fàcil de determinar, encara que ja s'ha apuntat que Menorca difícilment podrà ser considerada com a paradigma de paisatge càrstic convencional.

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte BTE2002-04552-C03-02 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

## BIBLIOGRAFIA

- BACK, W., HANSHAW, B.B. i VAN DRIEL, J.N. 1984. Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. *In: Lafleur, R.G. (ed.): Groundwater as a Geomorphic Agent*. Allen & Unwin Inc. 281-293. Boston.
- BARÓN, A., BAYÓ, A. i FAYAS, J.A. 1979. Relación modelo geológico-modelo hidrogeológico. Ejemplo: el acuífero mioceno de la isla de Menorca. *Act. II Simposio Nacional Hidrogeología*, 4. 19 pp. Pamplona.
- FORD, D.C. i WILLIAMS, P.W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman. 601 pp. Londres.
- FORNÓS, J.J. 2003. El karst y la evolución del litoral del Migjorn de Menorca. *In: Rosselló, V.M.; Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds.) Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física*. AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 10: 101-110. Palma de Mallorca.
- FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PONS, G.X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PÉREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- GAMS, I. 1978. The polje: the problem of definition with special regard to the Dinaric karst. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 22 (2): 170-181.
- GARCÍA-SENZ, J.M. 1985. *Estudio geomorfológico del karst del Migjorn menorquín*. Tesi de Llicenciatura. Departament de Geodinàmica Externa i Hidrogeologia. Universitat Autònoma de Barcelona. 51 pàgs. Inèdita.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. *In: Rosselló, V.M.; Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds.) Introducción a la*

- Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física.* AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 10: 39-48. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. 1995. L'endocars de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. In: Ginés, A. i Ginés, J. (eds.): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca. Endins*, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 71-85. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. 2003. El modelado kárstico. In: Rosselló, V.M.; Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física.* AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 10: 65-70. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. 1989. El karst en las islas Baleares. In: Durán, J.J. i López-Martínez, J. (eds.): *El karst en España.* Sociedad Española de Geomorfología. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GÓMEZ-PUJOL, L. i FORNÓS, J.J. 2001. Les microformes de meteorització del litoral calcari de Mallorca: aproximació a la seva sistematització. *Endins*, 24: 169-185.
- JENNINGS, J.N. 1985. *Karst Geomorphology.* Basil Blackwell. 293 pp. Oxford.
- LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C. i RISCH, R. 1999. *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menorca.* Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella i Fundació Rubió Tudurí Andrómaco. 699 pp. Maó.
- MAHEU, J. 1912. Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Îles Baléares. *Spelunca*, 8 (67): 69-107.
- MANGIN, A. 1974. Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Généralités sur le karst et les lois d'écoulement utilisées. *Annales de Spéléologie*, 29 (3): 283-332.
- MIR, F. 1976. Les formes hipogees del Barranc d'Algendar (Menorca). *Endins*, 3: 27-39.
- MIR, F. 1979. Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca. *Endins*, 5-6: 19-28.
- MURILLO, A. 1963. La cueva den Xoroi. *Revista de Menorca*, 3: 327-342.
- MYLROIE, J.E. i CAREW, J.L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- OBRADOR, A. 1972/73. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca. *Revista de Menorca*, 64: 37-197; 65: 35-97 i 125-189.
- OBRADOR, A. i MERCADAL, B. 1981. Geomorfología de Menorca. In: Vidal, J.M. (Ed.) *Enciclopèdia de Menorca*, Vol. 1: 267-320. Obra Cultural Balear. Maó.
- OBRADOR, A., POMAR, L., RODRÍGUEZ-PEREA, A. i JURADO, M.J. 1983. Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 18: 87-97.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstone on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- PUIG Y LARRAZ, G. 1896. *Cavernas y simas de España.* Est. Tip. de la viuda e hijos de M. Tello. 440 pp. Madrid.
- RENAULT, P. 1977. Remarques sur les notions de karst et de karstification et sur la définition de ces termes. *Norois*, 24 (95): 23-35.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Elementos morfogenéticos de calas y barrancos del sur de Menorca. *Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles.* Univ. Santiago de Compostela, 1: 245-255.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., GELABERT, B., GIMÉNEZ, J., GINÉS, J., PARDO, J.E. i SEGURA F. 2002. El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares. In: Carrasco, F.; Durán, J.J. i Andreo, B. (eds.) *Karst and Environment*, Fundación Cueva de Nerja. 329-335.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J. i GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) 2003. *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física.* AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 10. 232 pp. Palma de Mallorca.
- SEGÚI, B., BOVER, P., TRIAS, M. i ALCOVER, J.A. 1998. El jaciment fòssilífer de la Cova C-2 (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 22: 81-97.
- THOMÁS-CASAJUANA, J.M. i MONTORIOL-POUS, J. 1951. Los fenómenos kársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca). *Speleon*, 2 (4): 191-216.
- TRIAS, M. 1985. Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca. *Endins*, 10-11: 3-12.
- TRIAS, M. i GINÉS, J. 1989. Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca. *Endins*, 14-15: 5-16.

# EL PAISATGE SUBTERRANI MERIDIONAL DE MENORCA

Miquel Trias

*Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca*

## INTRODUCCIÓ

Tota la regió del Migjorn de la Gimnèsia menor està formada per roques carbonatades que pertanyen al Miocè superior. En aquest paisatge de plataforma quasi plana i lleugerament inclinada cap al sud, les formes càrstiques superficials no hi destaquen gaire, tant per les modestes dimensions com per l'acció antròpica que les ha desfigurat (Ginés i Fornós, en aquest mateix volum); els únics accidents notables són els barrancs que solquen la plataforma, especialment nombrosos i pregons a la zona central. Tanmateix, aquí és on trobam les formes hipogees més nombroses i importants, tant per dimensions com per interès científic, de tot Menorca. El darrer inventari publicat (Encinas, 1997) registra al conjunt de l'illa més de 364 cavernes de tot tipus; a les calcarenites del Migjorn se'n troben 323, concentrades majorment a la part central. Si bé les cavitats no són, tret d'excepcions, espectaculars pels seus paràmetres dimensionals, configuren un paisatge subterrani prou interessant en relació a la magnitud física de l'illa; de més a més, les boques de les coves en molts de casos representen accidents gens negligibles en el paisatge superficial.

Les diferències geològiques i geomorfològiques entre els tres sectors del Migjorn (Ginés,

2003) tenen una repercussió clara davall terra. Als materials més porosos de les unitats esculloses, situats als extrems, hi ha un clar domini de la gènesi freàtica a la zona de barreja d'aigües i de les formes clàstico-reconstructives; el sector central, format per roques de la Unitat Inferior, és el regne dels conductes. Les caverne de les zones extremes del Migjorn presenten clares analogies amb les del carst del Llevant i Migjorn de Mallorca, desenvolupat dins d'un context geològic anàleg. Contràriament, les diferències litològiques entre les fàcies del Miocè superior de Mallorca i de la zona central del Migjorn menorquí fan que les formes endocàrstiques siguin radicalment diferents. El que és més palès i que més marca la diferència entre ambdós carsts, és la presència a Menorca d'una xarxa ben estructurada de conductes de desguàs a les parets dels barrancs i, sobretot, el fet que alguns encara siguin actius, malgrat la pluviometria baixa de l'illa, no gaire diferent de la que presenta la Balear major.

## ANTECEDENTS

Les cavitats naturals del Migjorn menorquí no varen merèixer l'atenció dels investigadors fins al 1948 quan Thomàs i Montoriol feren llur campanya a Parelleta (Thomàs-Casajuana i Montoriol-Pous, 1951). Abans d'aquests estu-

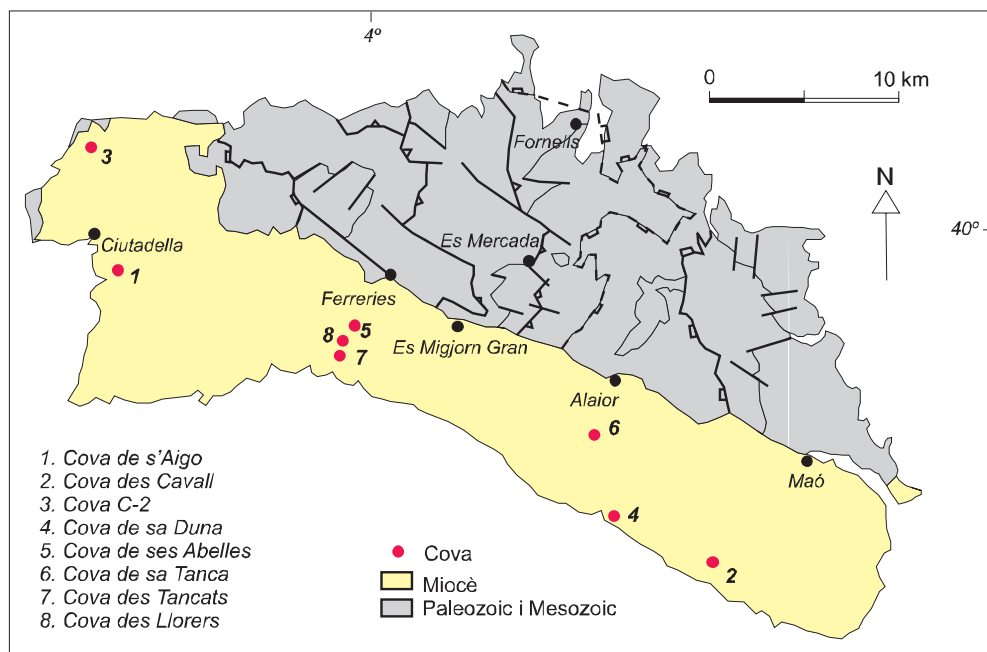


Fig. 17.1. Localització de les principals cavitats del Migjorn.

dis només trobam algunes referències de coves menorquines a l'obra de Puig y Larraz (1896), als escrits de Maheu (1912), als de miss Bate (1914) i als de Verdaguer (1929). Després d'un parèntesi de més de deu anys en les exploracions, el 1963, el treball de Murillo sobre la cova d'en Xoroi marca una fita en la bibliografia. No és fins als anys setanta que es reempenen les recerques, aquest pic per part de grups espeleològics mallorquins, que comencen a fer visites sistemàtiques i a publicar-ne els resultats a la revista *Endins*, (Mir, 1976; Mir, 1979; Trias, 1980, 1985; Trias i Ginés, 1989). Completen el panorama de les recerques dels anys setanta i vuitanta algunes publicacions d'autors menorquins i continentals: Cubells i Menéndez (1980), Pretus (1981) i Florit (1984, 2000).

A partir dels anys noranta les exploracions espeleològiques prenen una forta embranzida, ara a càrrec d'exploradors menorquins enqua-

drats en la Unió Excursionista de Menorca. Entre els exploradors locals cal que citem J. Márquez, J. L. Florit i, sobretot, Pere Arnau, qui ha protagonitzat els descobriments més importants, la majoria després de feixugues desobstruccions. Aquestes activitats han donat un fruit espectacular, especialment en el camp paleontològic i arqueològic (Seguí *et al.*, 1998; Lull *et al.*, 1999; Arnau *et al.*, 2000); en general, emperò, l'esforç exploratori no s'ha vist acompanyat per una publicació paral·lela dels resultats.

## LES FORMES ENDOCÀRSTIQUES

Com hem vist més amunt, la majoria absoluta de les caveres menorquines es concentra a la comarca del Migjorn (Fig. 17.1), encara que es tracta de formes endocàrstiques de magnitud en general poc remarcable. Les coves horitzontals només esporàdicament arri-



ben als tres-cents metres de recorregut, amb la notable excepció de la font de sa Vall, al barranc de Son Boter, que segons vagues referències orals pot assolir els tres quilòmetres. Tot i l'espeleometria poc rellevant, les formes hipogees de la zona que estudiem són prou importants en relació als paràmetres fisiogràfics de l'illa: superfície total, superfície de la regió carstificable i pluviometria. De més a més, el seu paper en la morfologia superficial no és gens negligible, per tot arreu se'n obren les boques, ocasionalment de mides gegantines: la cova des Coloms al barranc de Binigaus assoleix els 24 m d'alçada. Com hem dit, un altre aspecte destacat de les formes hipogees del Migjorn menorquí i que no trobam al carst del Llevant de Mallorca és la presència de cursos d'aigua actius en temps present. Els avencs són escassos i amb prou feines presenten fondàries superiors a la vintena de metres.

Les diferències litoestructurals i geomorfològiques entre els tres sectors de la plataforma miocènica es reflecteixen clarament en les formes subterrànies que s'hi troben. Així a les zones extremes de Ponent i Llevant on afloren les fàcies esculloses de les unitats superiors, més poroses, predominen clarament les cavitats d'origen freàtic i un cert volum relatiu, amb una estructura en planta poc definida i de morfologia clàstic-reconstructiva (esfondraments, deposició d'espeleotemes...). A la zona central hi ha un predomini absolut dels conductes i, de més a més, cal destacar la major abundància de cavitats. Precisament, a la zona on estan més desenvolupats els aparells fluvials superficials, és on més abunden les formes hipogees: de les 323 cavitats del Migjorn 172 se situen a un cap o a l'altre, mentre la resta (gairebé el 50 %) pertanyen a la zona central dels barrancs.

En general, els carsts dels extrems oriental i occidental manifesten un marcat caràcter litoral: degut a la baixa cota de la plataforma calcària, les oscil·lacions de la Mediterrània han tengut un paper important en la gènesi i evolució de les formes hipogees. Al carst de la zona central, emperò, el desenvolupament de cavitats és rigorosament depenent de l'excavació de la xarxa fluvial representada pels barrancs (Ginés, 2003).

## LES CAVITATS DELS EXTREMS ORIENTAL I OCCIDENTAL

La similitud litològica entre els dos caps de l'illa es manifesta tant a la superfície com a l'interior de la massa rocosa. En ambdós indrets les formes endocàrstiques presenten una analogia total quant al quadre morfològic, que per altra part és semblant al del Llevant i Migjorn mallorquí. Es tracta de coves clarament horitzontals formades per sales més o menys amples, sense una estructura en planta que es pugui associar clarament amb discontinuïtats sedimentàries o litològiques de la massa rocosa, ni amb una direcció determinada del flux hídric. Les sales solen tenir un bon desenvolupament tridimensional. Per altra part la morfologia d'aquestes cavernes ve marcada per dos fenòmens cabdals. Primer, el despeniment de roques de les voltes, roques que s'acaramullen en el pis de les sales, principalment en el centre; segon, el dipòsit de concrecions de calcita, tant en forma de colades pavimentàries, com de formes axials (estalactites i estalagmites). Aquestes concrecions són les que han donat a les cavitats insulars bellesa i fama. En alguns casos el gruix dels dipòsits n'ha permès l'aprofitament com a pedreres de roca ornamental (mal anomenada localment *marbre*); a la cova de na Figuera de Parelleta, prop de cala Blanca, al sud de Ciutadella, en tenim un exemple.

Un altre tret morfològic particular és l'existència de llacs d'aigües salabroses. Si la cavitat està situada parcialment per davall del nivell freàtic, l'aigua n'ocuparà les zones deprimides, generalment el voltant de les sales, deixant en sec àmplies zones ocupades pels enderrocs despresos de les voltes i parets de les coves. Tanmateix, la inclinació de la plataforma miocènica, amb l'augment d'alçada cap al nord, fa que poques cavitats compleixin aquesta condició topogràfica i puguin per tant formar-s'hi llacs; de fet només quatre en tenen: tres de Ponent, cova de s'Aigo, cova de sa Figuera i cova de sa Tauleta, i una de Llevant, cova de ses Figueres.

## L'ESPELEOGÈNESI A LES UNITATS SUPERIORS ESCULLOSES

La gènesi de les cavitats descrites més amunt està directament associada amb la porositat de la roca i l'acció corrosiva de les aigües freàtiques litorals. La posició altimètrica de les coves les situa per davall del nivell marí durant gran part del Plio-quaternari. Es comencen a excavar a la zona de barreja de l'aigua continental dolça i l'aigua marina salada, degut a la major agressivitat d'aquesta mescla. Seguint Ginés (1995), la classificació adient per a aquestes cavitats seria de *coves de la zona de mescla costanera*, l'espeleogènesi de les quals ha seguit tres etapes; etapes que no necessàriament s'han produït successivament, ja que en alguns casos hi ha hagut repeticions i àdhuc alguna etapa hi pot mancar (Fig. 17.2):

- 1 Excavació d'un conjunt relativament desordenat de buits formats per dissolució de la massa rocallosa, a les zones litològicament més favorables a aquesta acció. D'aquesta manera es comencen a formar un conjunt de protocavitats o conductes seminals.
- 2 Creixement dels conductes seminals que entren en coalescència per l'acció química i per esfondraments. Des del moment que s'ha format un buit en el si de la roca, es crea un desequilibri que, a la llarga, provoca esbaldrecs que uneixen el buits inicials (Trias, 2000). Aquest procés es veu afavorit per la posició de les cavitats a la zona epifreàtica, que les deixa exposades a la influència de les oscil·lacions glacioeustàtiques. Les successives inundacions que en resulten, provoquen despreniments i fan créixer els buits ja que, en davallar el nivell

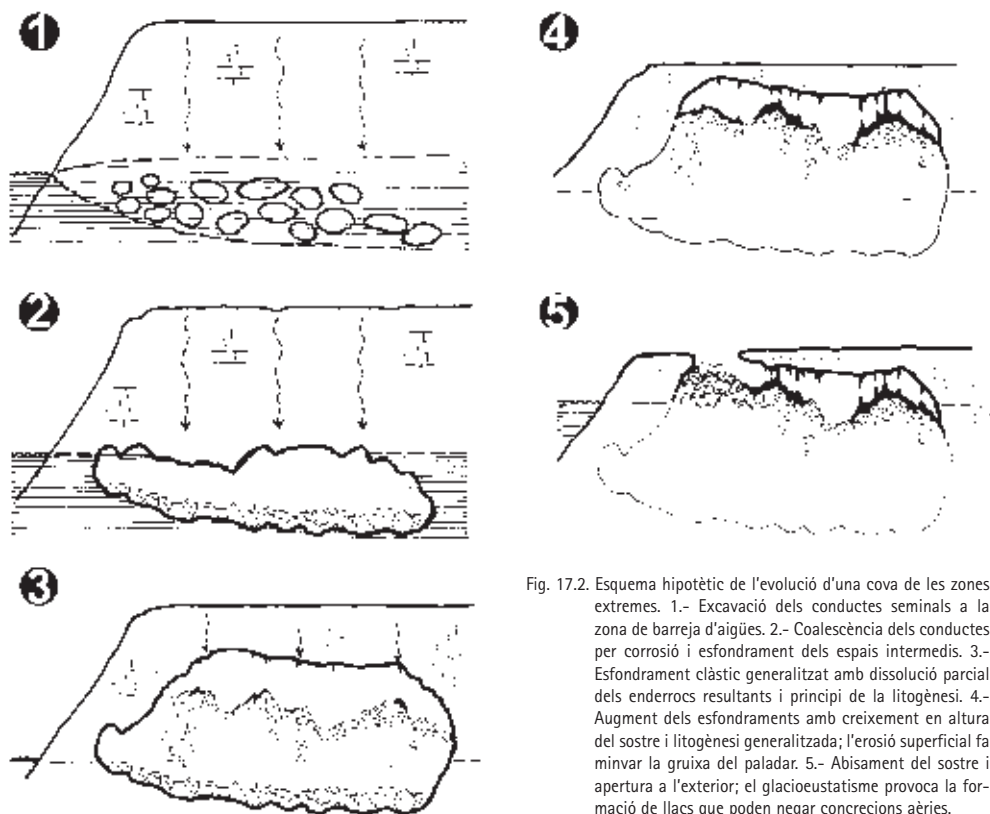


Fig. 17.2. Esquema hipotètic de l'evolució d'una cova de les zones extremes. 1.- Excavació dels conductes seminals a la zona de barreja d'aigües. 2.- Coalescència dels conductes per corrosió i esfondrament dels espais intermedis. 3.- Esfondrament clàstic generalitzat amb dissolució parcial dels enderroc resultants i principi de la litogènesi. 4.- Augment dels esfondraments amb creixement en altura del sostre i litogènesi generalitzada; l'erosió superficial fa minvar la gruixa del paladar. 5.- Abisament del sostre i apertura a l'exterior; el glacioeustatisme provoca la formació de llacs que poden negar concrecions aèries.

de la mar, les voltes que es comencen a formar perden el suport mecànic de l'aigua i queden en fals.

- 3 En un medi de caràcter vadós, les infiltracions zenitals marquen una complexa evolució amb fases alternades d'esfondraments i de dipòsits litoquímics (espeleotemes), cosa que representa la desaparició dels buits inicials. No manquen, emperò, fases transgressives que neguen la cavitat i provoquen la corrosió dels blocs esfondrats i de les parets, i les subsegüents regressions que afavoreixen els despreniments. El creixement tridimensional del buit determina l'aparició d'una volta equilibrada de secció parabòlica i, en darrera instància, l'obertura de la cova a l'exterior.

L'evolució de la cavitat pot portar finalment a la seva destrucció. Aquesta pot arribar per dos camins, que no són excloents: un és el rebliment per sediments, enderroc i espeleotemes; l'altre és l'abisament generalitzat. Un *abisament* al Llevant mallorquí és un pou o depressió al terreny provocat per l'esfondrament del paladar d'una cova subjacent —o sigui una dolina d'esfondrament—, fenomen produït pel creixement ascendent de la volta fins que el sostre s'aprima tant que esdevé inestable. La majoria de les boques de les cavitats de la zona són abisaments; és a dir, originalment no en tenien, de boca. Un bon exemple de caverna sense entrada natural és la cova de sa Tauleta, descoberta en excavar un pou (Trias i Ginés, 1989). Els abisaments poden assolir dimensions notables i representar un tret destacat de la morfologia superficial. A la fi del procés la cavitat s'ha convertit en un clot o dolina d'esfondrament, ple de sediments superficials; només l'existència de parets en barbacana ens donen indicatiu del seu origen hipogeu.

Exemples de cavitats de les característiques descrites, els trobam tant a un cap com a l'altre de l'illa; el millor és la cova de s'Aigo a Parelleta (Thomás-Casajuana i Montoriol-Pous, 1951). Parlem d'una caverna horitzontal ampla amb bona part de la superfície ocupada per un llac. La part aèria accessible és una galeria-sala

d'una llargada de 140 m i d'una amplada màxima de 21 m, subdivida pels munts d'enderroc; tanmateix, el llac de la zona nord-est i els caramulls d'enderroc n'oculten segurament amples zones (Fig. 17.3, seccions **hgfe** i **EE'**). No és gaire aventurat pensar que aquí passi com a Mallorca, on els darrers deu anys les exploracions subaquàtiques han permès fer créixer geomètricament les dimensions de les cavernes del Miocè superior (Gràcia *et al.*, 2003). A l'extrem NW de la cavitat s'obri la boca original consistent en un esfondrament del paladar, ja que el pou que beca damunt del llac és artificial.

Al cap de Llevant un bon exemple és la cova des Cavall del municipi de Sant Lluís (Fig. 17.4). Les dimensions són modestes, 23 x 15 m en planta, encara que ofereix una certa complicació. Hi trobam dues sales de bona alçada de sostre (7 m) unides per una zona baixa que representa l'indret per on han entrat en coalescència. La sala oriental està ocupada per una acumulació de blocs que arriben a la sala occidental i obstrueixen gran part de la comunicació entre ambdues. Morfològicament, també, les dues sales estan ben diferenciades: l'oriental, com hem vist, mostra el clàssic quadre de blocs despresos i poques formes reconstructives; la sala occidental, que és més alta de sostre, presenta paradoxalment una acumulació d'enderroc molt menor, mentre que els espeleotemes assoleixen un bon volum en forma de massís estalagmític potent a l'extrem occidental. La boca de la cavitat s'obri a l'extrem oriental i consisteix en un pouet, tret morfològic que creim mixt entre un abisament i un avenc de dissolució.

Si bé aquí poc representat, però molt abundant a Mallorca, trobam a les zones extremes un tipus de cavitat que, sense gaire propietat, podem anomenar *cova clàstic-estructural*: es tracta de cavitats formades per sales de poc desenvolupament, de planta divagant, amb el pis escalonat i nombroses subdivisions creades per zones de sòtil baix, caramulls de blocs i espeleotemes axials. Un exemple en seria la cova C-2 de Ciutadella, per altra banda un bon jaciment de *Myotragus* (Seguí *et al.*, 1998). Si observam les seccions d'aquesta cova,

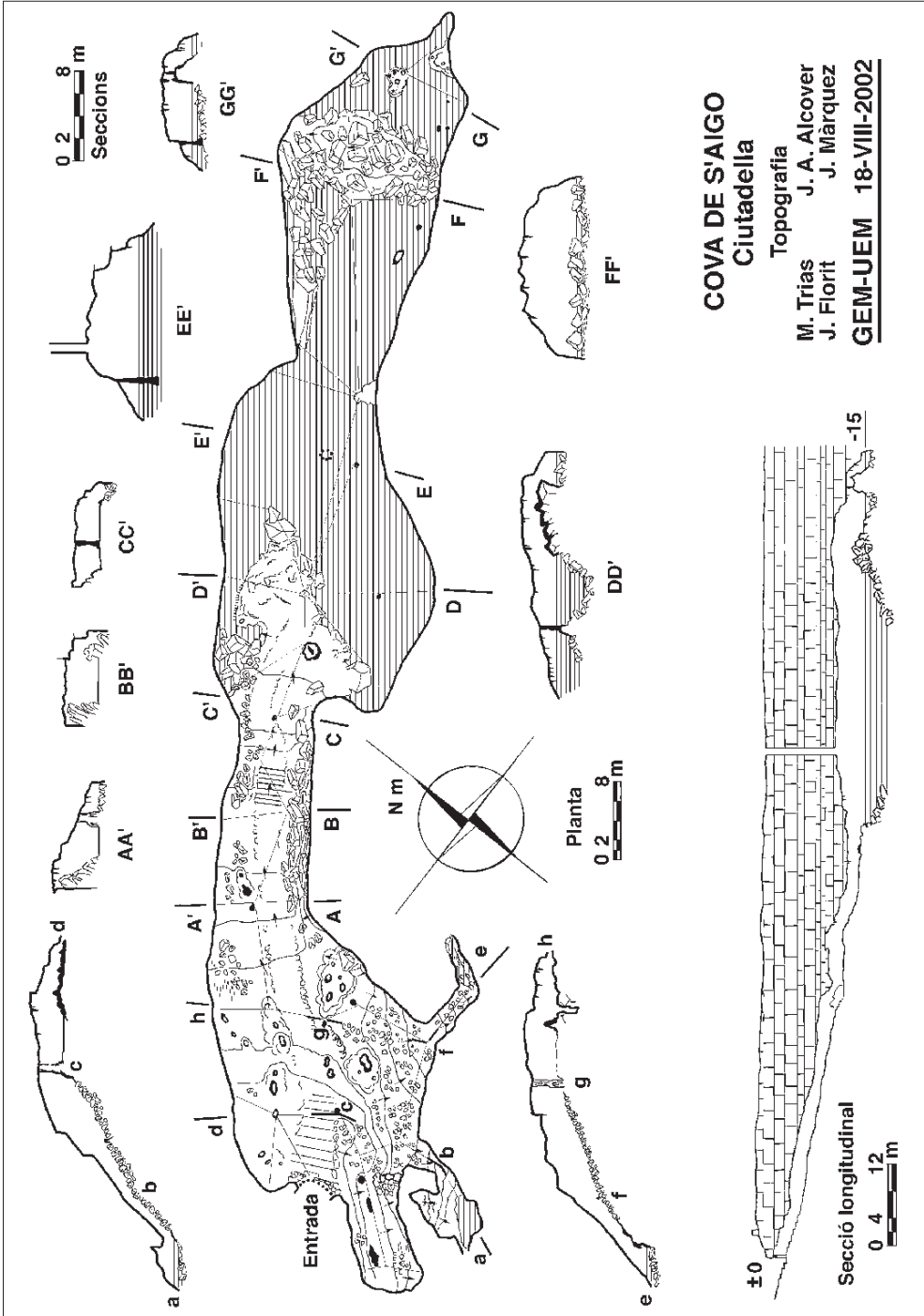


Fig. 17.3. Topografia de la cova de s'Aigo.

veurem que és tracta d'un conjunt de buits desenvolupats seguint rígidament una sèrie de fractures (Fig. 17.5). La gènesi, l'hem de cercar en l'eixamplament de les fractures per dissolució en règim vadós i esfondrament local de grans blocs (Ginés, 2000). El poc volum dels passatges i la inexistència de les voltes en perfil d'equilibri indiquen una acció clàstica no gaire desenvolupada.

En els àmbits costaners la interacció de les formes càrstiques hipogees amb la mar ha originat processos diversos que en poden afectar l'estructura i els sediments que s'hi dipositen. Associats a les oscil·lacions de la Mediterrània, aquests processos sovint han permès una interpretació cronològica de les diverses formes hipogees (Ginés *et al.*, 1975). Pel volum que assolixen els seus dipòsits, potser el fenomen associat a la acció marina que més crida l'aten-

ció dels espeleòlegs és la presència d'eolianites d'origen marí. A Mallorca n'hi ha nombrosos exemples ben reflectits a la bibliografia, si bé a Menorca el tema és quasi inèdit (Florit, 2000). Aquest autor ens ha introduït en el coneixement d'un cas paradigmàtic, el de la cova de sa Duna, prop de cala en Porter al terme d'Alaior (Fig. 17.6). S'obri al penya-segat a una alçada de 12 m sobre la mar; la formen una sala de direcció NW-SE, que potser abans de la invasió dunar podia haver estat rodonenca i una galeria de direcció NE-SW. L'accés es fa per una boca baixa a la que segueix un rost de 8,50 m de desnivell a favor del coster de la duna. Aquesta, d'una alçada mínima de 14 m, ocupa la major part de la cavitat; al peu de la duna el pis està ocupat per arena desfeta, procedent de la seva disgregació. És notable la bona estratificació, tant a sobrevent com a sotavent de la

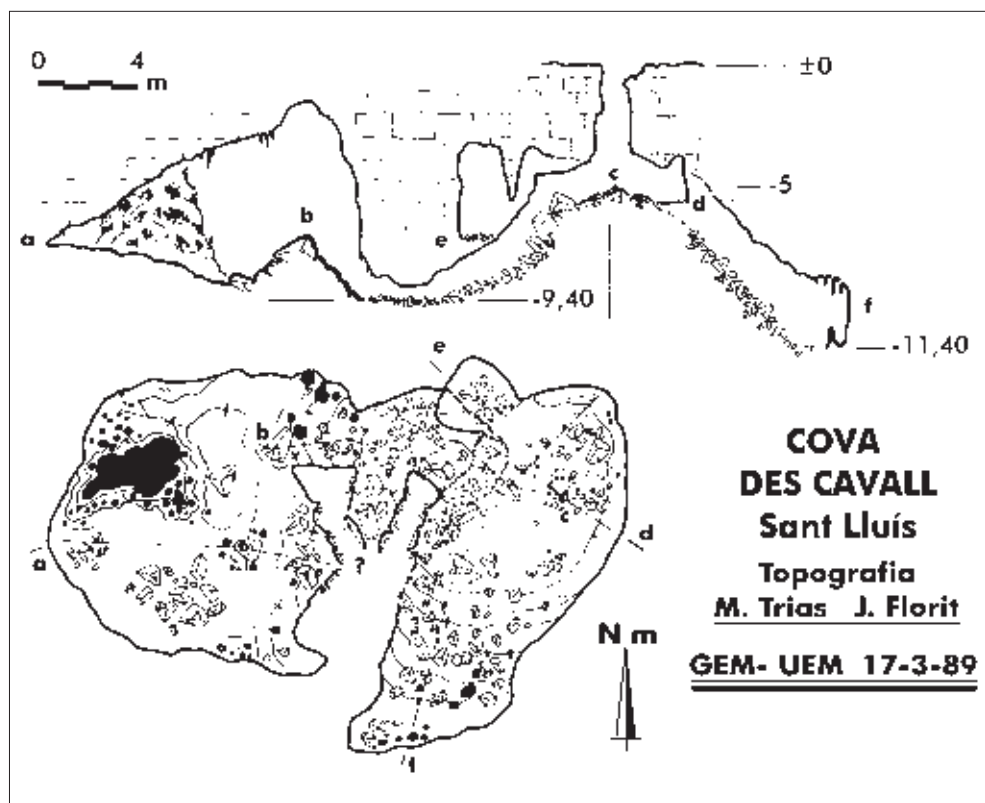


Fig. 17.4. Topografia de la cova des Cavall.

duna, que degué entrar per una boca molt més alta que l'actual fins a tapar-la completament. La boca present és producte de l'erosió al cim del con duna, on s'han format unes marmites de bona mida. La presència d'eolianites en una caverna està associada amb una fase regressiva del Plistocè, fet que ens pot donar un *terminus ante quem* per a les darreres fases de l'espeleogènesi; tanmateix, en aquest cas, l'estudi acurat està pendent i, per tant, no podem avançar cap dada cronològica.

### LES CAVITATS DE LA ZONA CENTRAL

El gros de cavitats de l'illa es concentra en aquesta zona, com hem vist més amunt. Allà on l'aparell fluvial superficial està més desenvolupat, és allà on s'estableix el sistema de desguàs hipogeu més important: del total de 323

cavitats inventariades al Migjorn, entre el barranc de Santa Anna i el barranc de Cala en Porter se'n concentren un total de 120, bona part d'elles relacionades directament amb algun dels principals barrancs. L'estadística, emperò, és enganadora de la veritable importància de les cavitats d'aquest sector, perquè la majoria de les que es troben fora dels barrancs pròpiament dits són molt petites i sovint artificials o mixtes.

En aquesta zona els conductes són la nota morfològica predominant; només unes poques cavitats es poden classificar com a avencs, coves clàstiques i coves estructurals, segons la classificació de Ginés (1995). Els conductes estan clarament subordinats hidrològicament als barrancs, actuant aquests darrers com a nivell de base local, tot i que el nivell de base general és el de la mar. Aquest conjunt de conductes configura un sistema relícte pertanyent a una

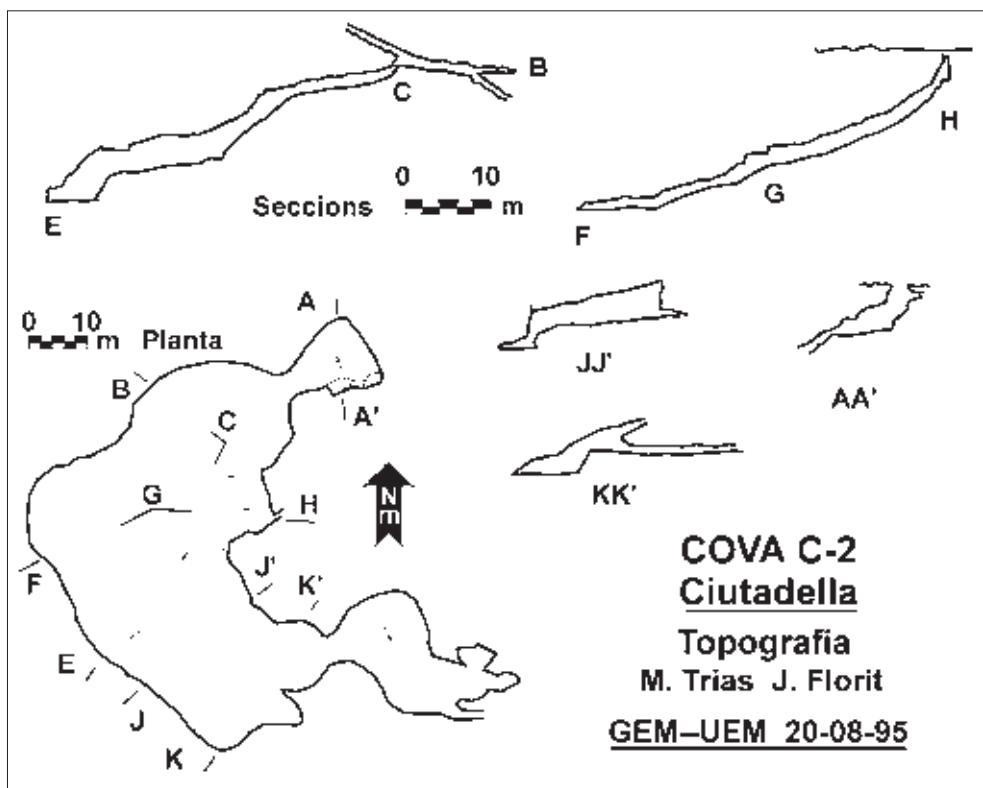


Fig. 17.5. Topografia de la cova C-2.

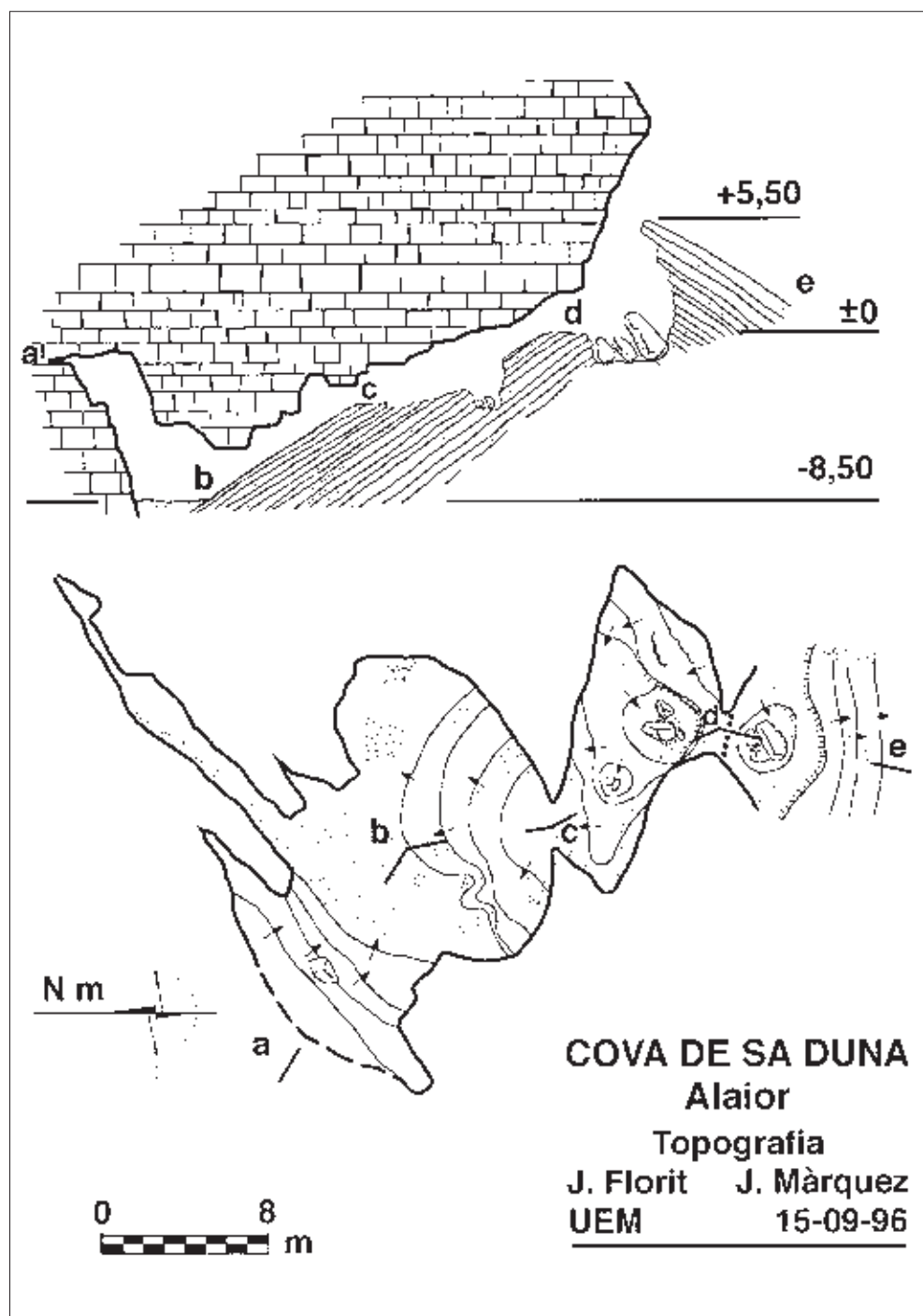


Fig. 17.6. Topografia de la cova de sa Duna.

època molt més humida i amb unes condicions topogràfiques diferents; en són excepció dues cavitats actives: la font de sa Vall al barranc de Son Boter i la cova d'en Curt al barranc de Binimassó, tributari del barranc d'Algendar.

L'indret més paradigmàtic de la zona central és el barranc d'Algendar. Des de les cases de Sant Antoni de s'Aranjassa, a 5 km de la mar i a 3 km de la capçalera, el barranc d'Algendar ja està practicament anivellat, només té un pendent del 0'5 %. Els marges són parets verticals que arriben a assolir els 60 m d'alçada sobre el tàlveg; en els penya-segats baden la boca nombroses coves. Entre aquestes, i com a bon exemple de les cavitats de la zona, destaquem la cova de ses Abelles (Fig. 17.7), situada en un cingle de la vora oriental, just damunt i a 35 m en vertical de les cases del molí de Baix, i a una altitud de 50 m. Es tracta d'una galeria de 345 m de desenvolupament i només 14 m de desnivell; aquest desenvolupament la fa, pendent de la confirmació topogràfica de les mides de la font de sa Vall, la cavitat més llarga del Migjorn. La galeria segueix un curs en ziga-zaga alternant les diàclasis de direcció N30E, N45W, N70E i E70S, tot i que la direcció general és més o menys perpendicular a la del barranc que és de N10E; aqueixa és, en teoria, la direcció prevista del flux hídric originat per la sol·licitació del barranc. L'amplada de la galeria és molt variable i en alguns indrets presenta dos pisos, la màxima amplada la trobam a la zona interior –fins als 8 m d'alçada i d'amplada–, relacionada amb un bon desenvolupament clàstic. Fonamentalment la morfologia és de corrosió i el pis està ocupat per argiles de descalcificació. Les formes reconstructives són realment episòdiques, en canvi els esfondraments clàstics són importants localment, però no han tengut gaire paper en el desenvolupament general de la cova. El conjunt morfològic és el característic d'un conducte de drenatge de la capa freàtica subjacent a la plataforma miocènica cap al barranc, col·lector general de la zona. L'horitzontalitat indica una circulació propera al nivell de base; com que aquest és el fons del barranc, podem deduir que quan la cova es va excavar el tàlveg estava aproximadament 35 metres més alt que ara. Tanmateix, i degut a

que desconeixem l'evolució del barranc en el temps, no en podem deduir cap dada de la cronologia de la caverna; el que sí podem deduir és un període llarg d'estabilització del tàlveg a una cota 40-50 m superior a l'actual.

Passant al comú de les cavitats, observem que la direcció general no és estrictament perpendicular a la direcció general del barranc, com en el cas anterior; això i el recorregut en ziga-zaga evidencia un control absolut per part de les fissures més favorables a l'espeleogènesi, i no per part de la circulació hídrica. En general les direccions preferents de les galeries, i per tant de la fissuració, són aproximadament N22W (el 25 % de les cavitats de la mostra) i N22E (el 20 %). Per altra part hi ha uns nivells preferents on s'estableixen les boques de les cavernes i que, com hem vist, indiquen una llarga estabilització del tàlveg; així, entre 20 coves estudiades, n'hi ha 8 de situades a una altitud de 50 m i 8 que s'obren a una altitud de 90 m.

De més a més de la cova de ses Abelles, altres dos conductes mereixen ésser esmentats. La cova des Coloms al barranc de Binigaus destaca per les dimensions (Mir, 1979), donat que està formada per una galeria de 15 m d'amplada per 24 m d'alçada; aquest volum no sembla que sigui producte d'esfondraments, sinó de la dissolució del rocam. L'altra és la cova d'en Curt que no és un conducte obert a les parets d'un barranc, ans és un conducte actiu quasi subjacent al seu curs superficial, i per tant constitueix un col·lector de la capa subàlvea. La gran boca actual és producte d'esfondraments generalitzats, encara que no sabem si en origen es tractava d'un abisament o un engolidor format a partir d'una diàclasi inclinada (Trias i Ginés, 1989).

A banda de les cavitats obertes a les parets, trobam conductes a la superfície de la plataforma miocènica, emperò sempre relacionats amb un barranc principal o amb un tributari. Això implica una certa davallada de la superfície per erosió epigea, ja que els conductes s'han d'haver format a una certa fondària, prop del nivell piezomètric. El mecanisme d'obliteració d'una cavitat per esfondraments, el trobam també a les cavitats de la zona central, com succeeix a la cova de sa Tanca (Fig. 17.8).



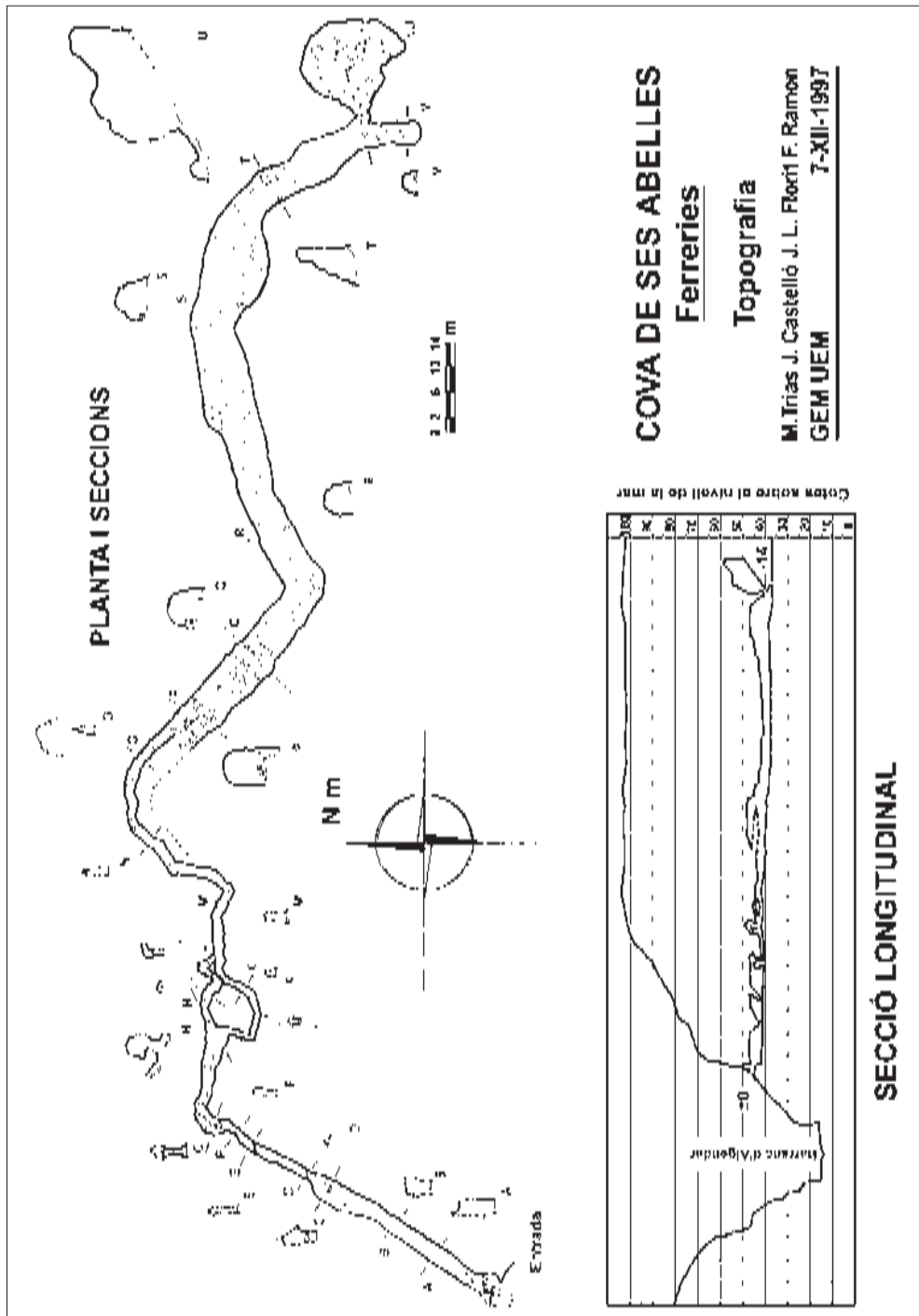


Fig. 17.7. Topografia cova de ses Abelles.

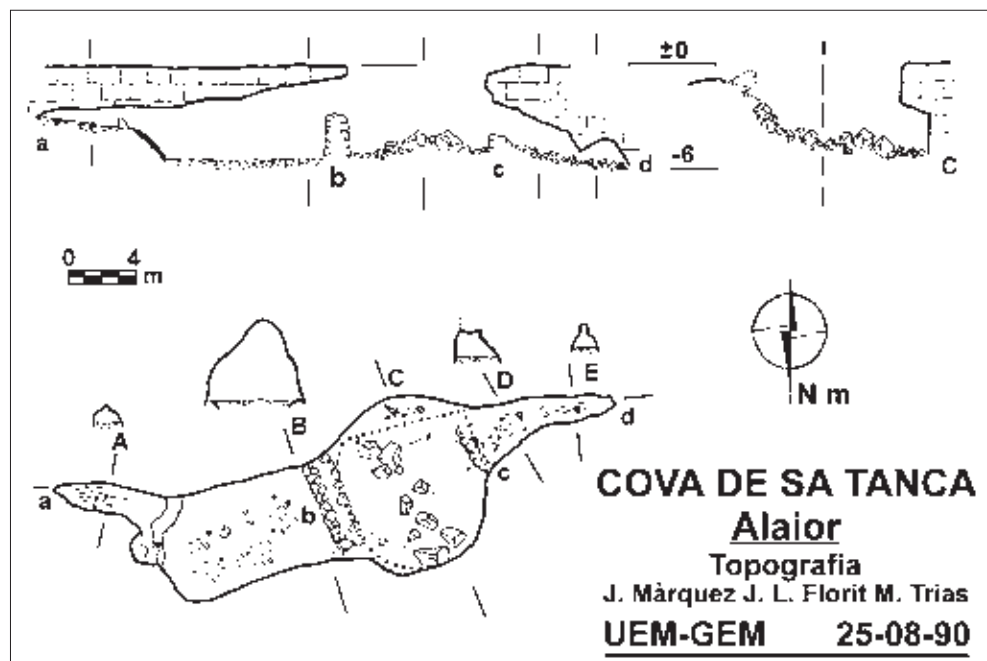


Fig. 17.8. Topografia de la cova de sa Tanca.

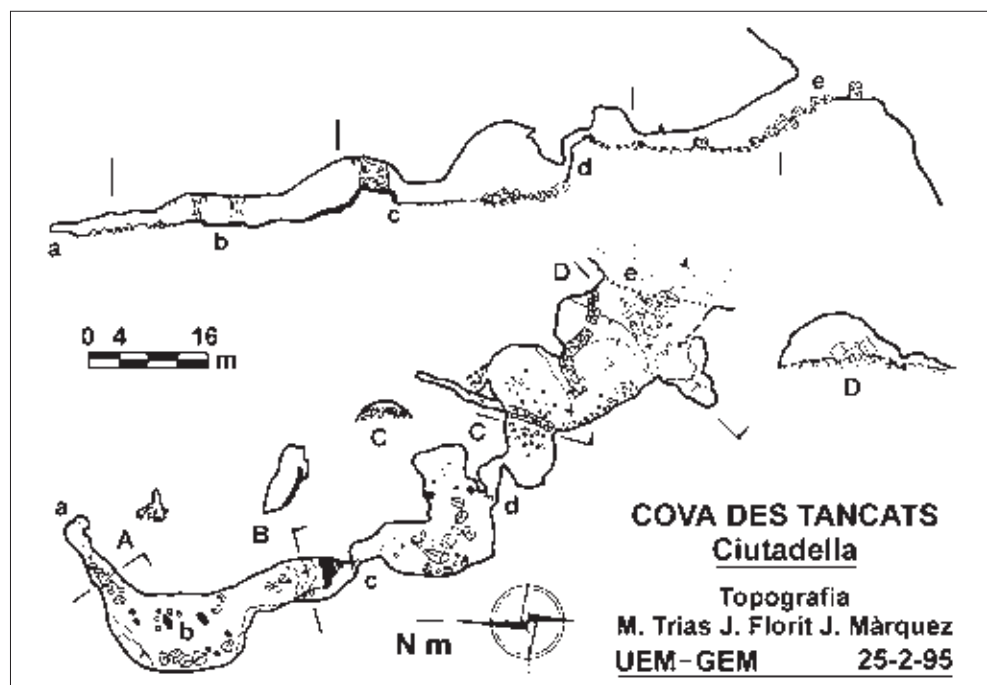


Fig. 17.9. Topografia cova des Tancats.

Són presents a moltes de les cavernes les característiques formes de detall creades a la zona epifreàtica, com els *pendants* del sostre i el clàssic binomi de regates anivellades de corrosió i els sediments argilosos finament estratificats que, amb poca exactitud, solem anomenar sediments varvats (Lange, 1963; Ginés i Ginés, 1977). Es tracta de formes que impliquen un embassament d'aigua sovint incompatible amb l'existència de les actuals boques, més baixes que el nivell antic d'estabilització de l'aigua (Trias, 1985). Generalment els dipòsits de calcita, que tanta fama han donat a les coves de Mallorca, no són gaire abundants aquí; una excepció seria la cova des Tancats (Fig. 17.9), al barranc d'Algendar, i la cova de na Polida, del barranc de Binigaus.

En alguns casos, com a la cova des Llorers, cavitats de rigorosa horitzontalitat obertes a un penya-segat tenen l'entrada descendent, ja que s'hi acaramullen gran quantitat de blocs que no es troben a cap altre sector de la cova (Fig. 17.10). L'origen del fenomen s'ha

de cercar en desprendiments a la zona descomprimida paral·lela als penya-segats dels barrancs, de tal manera que a les proximitats de la boca s'ha després una gran massa rocosa, la qual ha deixat un buit per damunt, equivalent en volum al que hi havia per davall (Ginés, 2000); enderrocos addicionals, resultants de la regularització del sostre, contribuirien a emmascarar aquest procés general de reajustament mecànic (Fig. 17.11).

Molt menys representats que els conductes són els avencs, la majoria dels quals són engolidors en clara relació amb la hidrologia dels barrancs. L'exemple més significatiu és l'avenc d'Algendar (Trias i Ginés, 1989). Està situat al bell mig del barrancó afluent del barranc de Binimassó, que passa per davall les cases d'Algendar Vell. Està format per dos pouets que assoleixen els 22 m de fondària, excavats sobre dues diàclisis perpendiculars, orientades a N30W i N45E; al fons hi ha una galeria de 23 m de llargada, on trobam roques provinents de la zona de Tramuntana arrosse-

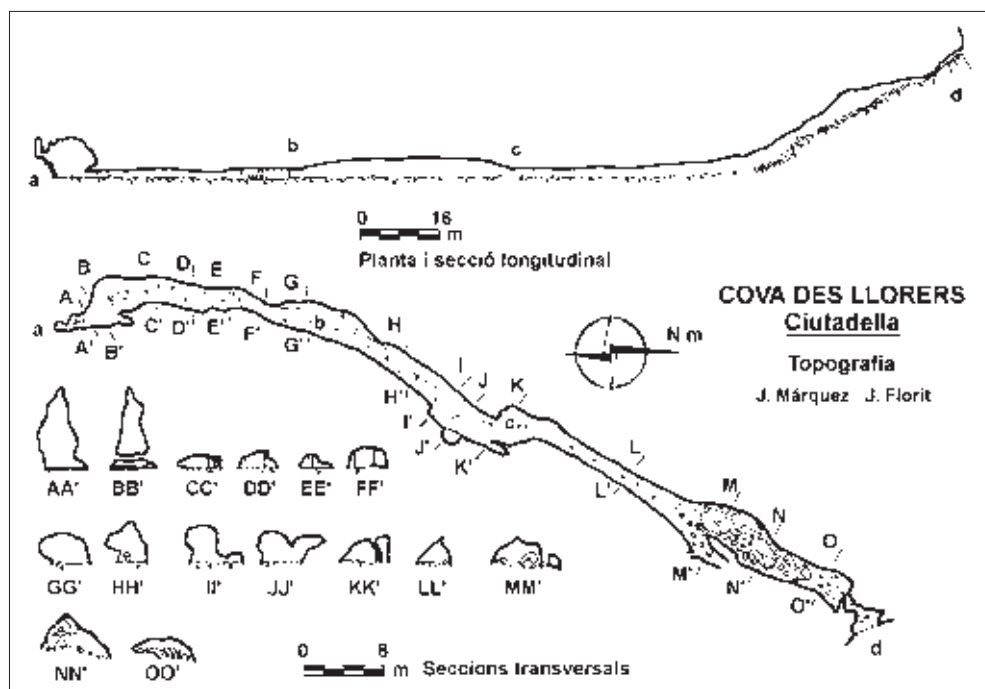


Fig. 17.10. Topografia cova des Llorers.

gades per les aigües del barranc des de la capçalera situada fora del Migjorn.

Un altre tipus de cavitat poc conegut a Menorca, però existent a Mallorca i molt abundant a les Pitiüses, està representat per la cova d'en Xoroi, a Alaior (Murillo, 1963). És una caverna oberta a un penya-segat costaner a 20 m d'alçada, prop de cala en Porter; està formada per un conjunt de galeries i sales horitzontals de direcció majorment paral·lela al penyal. La morfologia de la cavitat presenta prou semblances amb el model de *coves de cingle* (Trias, 1986 i 2000) o *flank margin caves* (Mylroie & Carew, 1990). Aquests autors situen la gènesi d'aquest tipus de cova en el si de la capa freàtica costanera, concretament a la perifèria de la zona lenticular, allà on es barregen les aigües

dolça i salada; com que la zona de barreja és paral·lela a la costa, les sales i conductes generats no penetren gaire terra endins.

### L'ESPELEOGÈNESI CONTROLADA PELS BARRANCS

La majoria de les coves del sector central del Migjorn s'han format en funció del drenatge horitzontal de la plataforma superior cap als barrancs, els quals actuen com a nivell de base local de la capa freàtica on s'excavarien les cavitats. Els conductes s'establirien, poc més o menys, al nivell del talveg dels barrancs. El mecanisme genètic general podria evolucionar hipotèticament d'acord amb aquesta seqüència (Fig. 17.12):

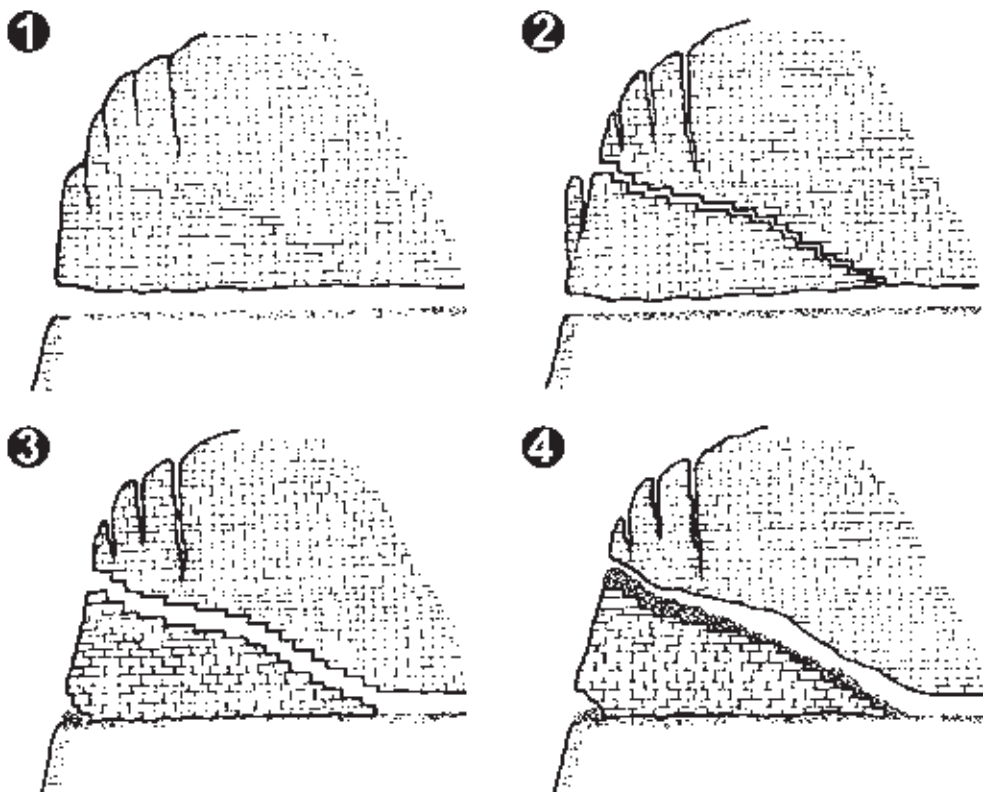


Fig. 17.11. Esquema de la formació d'una boca ascendent en una cavitat horitzontal. 1.- Sol·licitat per la paret del barranc s'afebleix el rocam per damunt de la boca. 2.- Es comença a desprendre una gran massa rocosa. 3.- La caiguda d'aquesta obstrueix la zona de la galeria propera a l'antiga boca, deixant un espai per damunt equivalent al desaparegut per davall. 4.- Nombrosos esfondraments menors formen un pis d'enderrocs damunt la massa rocosa despresa.

- 1 Excavació en el si de la capa freàtica d'un sistema de conductes a favor de les discontinuïtats de la massa rocosa, conductes que acabarien per entrar en coalescència formant galeries d'un cert volum.
- 2 Davallada del nivell freàtic, associada a la profundització del barranc. A les cavitats, parcialment inundades, es dipositarien sediments i es modelarien les parets d'unes galeries de dimensions no gaire diferents de les actuals.
- 3 Fase vadosa per progressiva davallada del nivell de base; s'obririen les actuals boques i es reexcavarien els sediments.
- 4 Desconnexió total del flux de les aigües freàtiques; mentrestant, les infiltracions zenitals provocarien esfondraments i dipòsits litoquímics. Més endavant, la combinació del creixement ascendent del paladar de la cova amb l'erosió epigea provocaria abisaments que amb el temps acabarien per destruir la cavitat.

D'acord amb l'estat evolutiu que presenten, podríem classificar les cavitats localitzades als barrancs en tres grups:

- 1 Cavitats situades a la zona superficial de la plataforma i en procés de desmantellament; exemple, cova de sa Tanca (Fig. 17.12 a).
- 2 Cavitats de la zona mitjana amb boca als penya-segats, sense circulació hídrica; exemple, cova de ses Abelles (Fig. 17.12 b).
- 3 Cavitats de la zona inferior prop del tàlveg, amb circulació hídrica; exemple, cova d'en Curt (Fig. 17.12 c).

### HIPÒTESIS CRONOLÒGIQUES

Poques dades tenim sobre la cronologia de les caveres del Migjorn; de fet, l'excavació de les coves de la zona central ha d'anar lligada a l'evolució del barrancs, com ja hem dit. La cota de les coves i dels tàlvegs on s'obrin, emperò, no permet establir una relació cronològica directa amb l'evolució del nivells marins, cosa que passaria en contextos situats molt més a prop de la línia de la costa. Tanmateix, la concentració de conductes hipogeus a les cotes preferents de 50 m i 90 m sembla que podria correspondre amb sengles etapes llar-

gues d'estabilització dels tàlvegs, en relació amb la corresponent estabilització del nivell de la Mediterrània.

No creim gaire agosarat atribuir a les cavitats de les zones oriental i occidental una gènesi i evolució paral·lela a les del Migjorn mallorquí. Així pensam que, en la hipòtesi genètica que hem esbossat més amunt, les fases inicials tindrien una edat finimessiniana (Ginés i Ginés, 1992). Evidència d'una antiguitat tan gran, la

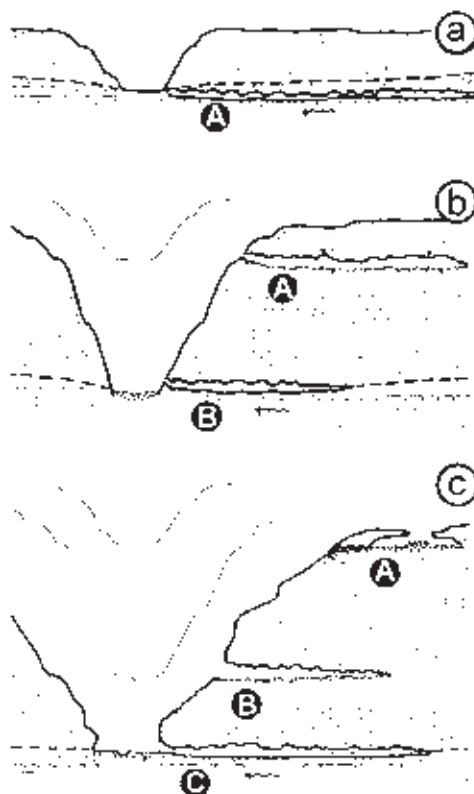


Fig. 17.12. Esquema de l'evolució dels conductes oberts als barrancs. a).- Formació de protoconductes a la zona freàtica que desaigua al barranc, en un moment primerenc de la seva excavació; els protoconductes després evolucionen en una galeria (A). b).- El barranc s'ha excavat seguint la davallada del nivell de base; es forma un altre conducte (B) prop del nou tàlveg, mentre la cova A resta en sec. c).- El barranc presenta un nou tàlveg prop de l'actual nivell marí; es forma una nova cavitat freàtica encara activa (C). La cavitat A ha crescut en sentit ascendent mentre que la superfície del terreny ha davallat per l'erosió superficial, provocant l'abisament del paladar. La cova B queda desconnectada de qualsevol activitat hídrica.

tenim en la presència, a la cova des Pont del municipi de Sant Lluís, de restes ossis de *Testudo gymnesicus* (Mer-cadal i Pretus, 1980; Trias, 1985); és obvi que la cavitat –no evidentment com la coneixem ara– ha d'esser, com a molt moderna, contemporània de la tortuga, sinó anterior. Per altra banda, la hipotèsi més plausible sobre la causa de l'extinció del queloni és l'arribada de *Myotragus*; si acceptam que aquesta es va produir durant la crisi mes-siniana, per a la formació inicial de la cova tenim un *terminus ante quem* de finals del Miocè o principis del Pliocè. L'evolució seguiria al llarg del Pliocè i Plistocè, afavorida per les inundacions corresponents a les fases transgressives de la Mediterrània, tot i que possiblement en el Plistocè mitjà les cavitats ja tindrien un aspecte molt semblant a l'actual.

### Agraïments

El nostre reconeixement als amics de la Unió Excursionista de Menorca, especialment en Josep Lluís Florit i en Josep Márquez, que ens han donat ajuda en la feina de camp i informació imprescindible per a la realització d'aquest treball.

### BIBLIOGRAFIA

- ARNAU, P., BOVER, P., SEGUÍ, B. i ALCOVER, J. A. 2000. Sobre alguns jaciments de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent. *Endins*, 23: 89-100. Ciutat de Mallorca.
- BATE, D. 1914. The pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geol. Mag.*, VI vol. I: 347-354.
- CUBELLS, E. i MENÉNDEZ, F. 1980. Estudi del barranc de Binigaus (Menorca). *Polje*, 1: 39-42. Barcelona.
- ENCINAS, J. A. 1997. Inventari espeleològic de les Illes Balears - any 1997. *Endins*, 21: 103-128. Ciutat de Mallorca.
- FLORIT, J. 1984. Cova o avenc de Son Pons: cinc anys en la nostra història. *Socarrell*, 2: 25-27. Maó.
- FLORIT, J. 2000. Una teoria per la cova de sa Duna. *Ull de sol*, 118: 21-23. Alaior.
- GINÉS, A. 2000. Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29: 140-148. Ljubljana.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. 1992. Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) apuntes històrics i espeleogenètics. *Endins*, 17-18: 5-20. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, A., GINÉS, J. i PONS, J. 1975. Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon*, Monografía I, V Symposium de Espeleología: 49-56. Barcelona.
- GINÉS, J. 1995. L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. In: Ginés, A. i Ginés, J. (eds.): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 71-85. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, J. 2003. El modelado kárstico. In: Rosselló, V.M.; Fornós, J.J. & Gómez-Pujol, L. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física*. AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 65-70. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. 1977. El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-20. Ciutat de Mallorca.
- GRÀCIA, F., CLAMOR, B., GUAL, M.A., WATKINSON, P. i DOT, M.A. 2003. Les coves de cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42. Ciutat de Mallorca.
- LANGÉ, A. L. 1963. Planes of repose in caves. *Cave Notes*, 6: 41-48. Castro Valley.
- LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C. i RISCH, R. 1999. *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menorca*. Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella i Fundació Rubió Tudurí Andrómaco. 699 pàgs. Maó.
- MAHEU, J. 1912. Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Speunca*, 8 (67): 69-107.
- MERCADAL, B. i PRETUS, J. L. 1980. Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 15-21. Ciutat de Mallorca.
- MIR, F. 1976. Les formes hipogees del Barranc d'Algendar (Menorca). *Endins*, 3: 27-39. Ciutat de Mallorca.
- MIR, F. 1979. Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca. *Endins*, 5-6: 19-28. Ciutat de Mallorca.
- MURILLO, A. 1963. La cueva den Xoroi. *Revista de Menorca*, 3: 327-342. Maó.
- MYLROIE, J.E. i CAREW, J.L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- PRETUS, J. L. 1981. Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere *Typhlocirolana* Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca. *Endins*, 8: 21-24. Ciutat de Mallorca.
- PUIG Y LARRAZ, G. 1896. *Cavernas y simas de España*. Est. Tip. de la viuda e hijos de M. Tello. Madrid. 440 pp.
- SEGUÍ, B., BOVER, P., TRIAS, M. i ALCOVER, J.A. 1998. El jaciment fòssilífer de la Cova C-2 (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 22: 81-97. Ciutat de Mallorca.
- THOMÁS-CASAJUANA, J.M. i MONTORIOL-POUS, J. 1951. Los fenómenos kársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca). *Speleon*, 2 (4): 191-216. Oviedo.
- TRIAS, M. 1980. Aportació a l'estudi de na Patarrà. *Endins*, 7: 63-67. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M. 1985. Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca. *Endins*, 10-11: 3-12. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M. 1986. Contribució al catàleg espeleològic de Formentera. *Endins*, 12: 25-29. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M. 2000. La cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 23-77. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M. i GINÉS, J. 1989. Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca. *Endins*, 14-15: 5-16. Ciutat de Mallorca.
- VERDAGUER, M. 1929. *Baleares*. Geografia Universal Gallach, T. III. Barcelona.

# ELS VERTEBRATS TERRESTRES FÒSSILS DEL MIGJORN

Josep Quintana<sup>1</sup>, Pere Bover<sup>2</sup> i Josep A. Alcover<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ciutadella de Menorca

<sup>2</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB. Palma de Mallorca, Balears)

## INTRODUCCIÓ

La presència de vertebrats fòssils al Migjorn de Menorca i a la zona del nord-oest de Ciutadella és coneguda des de començaments del segle passat (Bate, 1909; 1914a i b). Una sèrie de jaciments descoberts per Bate documentaren la fauna que va viure a Menorca durant almenys els darrers 5,32 milions d'anys. Les recerques recents han conduït a la troballa de nombrosos jaciments nous, tant a la zona del Migjorn com al nord-oest de Ciutadella (e.g., Quintana, 1998). L'estudi de les faunes lliurades ha canviat substancialment els darrers anys el corpus de coneixement que es disposava fins a mitjans noranta. És important destacar que la gran majoria de jaciments d'aquest període són depòsits cavernícoles i, per tant, és comprensible que provenguin de les àrees càrstiques de Menorca. Existeixen també alguns depòsits en eolianites, els quals ofereixen tant rastres de les espècies quaternàries com algunes restes fossilitzades. El present treball pretén oferir una actualització dels coneixements que tenim sobre aquestes faunes, fonamentada bàsicament en els depòsits del Migjorn menorquí, però també en els situats al nord-oest de Ciutadella.

## ELS JACIMENTS I LA FAUNA DEL MIO-PLIOCÈ

### Els jaciments

Les referències sobre jaciments amb fauna del Mio-Pliocè al Migjorn de Menorca són escasses. Mercadal i Pretus (1980) descriuen el jaciment de la cova des Pont, a la zona occidental del cap de Binibèquer (Maó). En aquest jaciment, els llims vermellosos amb *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914a) (la tortuga gegant menorquina) són fossilitzats per uns sediments pliocènics amb fauna marina. Per aquesta raó, Mercadal i Pretus (1980) situen *Ch. gymnesica* al Pliocè mitjà o fins i tot, en èpoques prepliocèniques. Aquesta datació és molt interessant pel fet que altres autors (Bate, 1914a; Villalta i Crusafont, 1946; Colom, 1957; Cuerda, 1975) havien considerat la tortuga gegant com una espècie pliocènica.

A l'altra punta de l'illa, al sud de Ciutadella i a prop d'es racó des Pi, hi trobam un altre jaciment amb restes de *Ch. gymnesica* (Quintana, 1998). Aquest jaciment mostra una secció transversal canaliforme, amb una potència màxima de 1,5 m (Fig. 18.1), que descansa sobre unes calcarenites del Messinià (Rosell *et al.*, 1990). Consta d'uns sediments vermellosos i una estructura interna complexa, formada per una sèrie de nivellets argilosos més o menys ondulats (Fig. 18.2), entre els que s'intercalen paquets més potents de granulometria més gruixada, nivellets centimètrics de calcita tra-

vertínica, o còdols calcarenítics plans, que també poden aparèixer al sostre del jaciment (Fig. 18.3).

Les restes de vertebrats apareixen en els nivells més gruixats. Són molt escasses i fragmentades, i corresponen a trossos de closca de tortuga i al lepòrid gegant menorquí (Fig. 18.4). Acompanyen llavors fossilitzades d'olive-lla (*Cneorum tricoccon*) (Fig. 18.5).

L'estat fragmentari dels ossos i el major calibre dels sediments on s'inclouen semblen indicar que han sofert un cert transport, en unes condicions una mica més energètiques que les dels nivells més fins que els envolten.

Finalment, un darrer jaciment, acabat de descobrir, es troba a Sant Josep (entre cala en Porter i cales Coves). Consisteix en una bretxa vermella molt dura, amb restes de vertebrats, aparentment de *Cheirogaster gymnesica*.

## La fauna

Els dipòsits de la cova des Pont i del racó des Pi mostren només una part de la fauna vertebrada que va viure a Menorca entre el Messinià i el Plistocè, un període de temps que va dels -5,32 milions d'anys fins els -1,8 milions d'anys. En altres jaciments d'una edat semblant, com els de la zona de punta Nati-cala es Pous, al nord-oest de Ciutadella, de més a més de la tortuga (Fig. 18.6) i el conill gegants (Figs. 18.7 i 18.8), hi apareix també un liró (*Muscardinus cyclopeus* AGUSTÍ, MOYÀ-SOLÀ I PONS MOYÀ, 1982), una ratapinyada (*Rhinolophus cf. griven-sis* DEPERET, 1892) (Pons-Moyà *et al.*, 1981) i un bon grapat de gèneres i espècies noves d'ocells: un petrell (*Pterodromoides minoricensis* SEGUÍ, QUINTANA, FORNÓS I ALCOVER, 2001), una sega (*Scolopax carmesinae* Seguí, 1999), una grua (*Camusia quintanae* Seguí, 2002), una òliba (*Tyto balearica* MOURER-CHAUVIRÉ, ALCOVER, MOYÀ I PONS, 1980), un mussol (*Athene* sp), un corb (*Corvus* sp) i un passeriforme indeterminat (Seguí, 1998).

Dins del grup dels rèptils, s'hi ha trobat una sargantana (*Podarcis* sp.), i les primeres restes d'un amfibiènid (*Blanus* sp.) (Garcia-Porta *et al.*, 2002) i de víperids (*Vipera natiensis* BAILÓN,



Fig. 18.1. Vista general del jaciment del racó des Pi. La fletxa indica un còdol pla calcarenític.

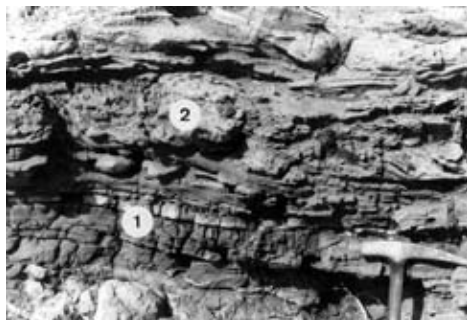


Fig. 18.2. Jaciment del racó des Pi. Vista en detall de l'alternança entre els nivellats llimosos (1) i els nivells una mica més gruixats (2)



Fig. 18.3. Còdols plans calcarenítics al sostre del jaciment del racó des Pi.



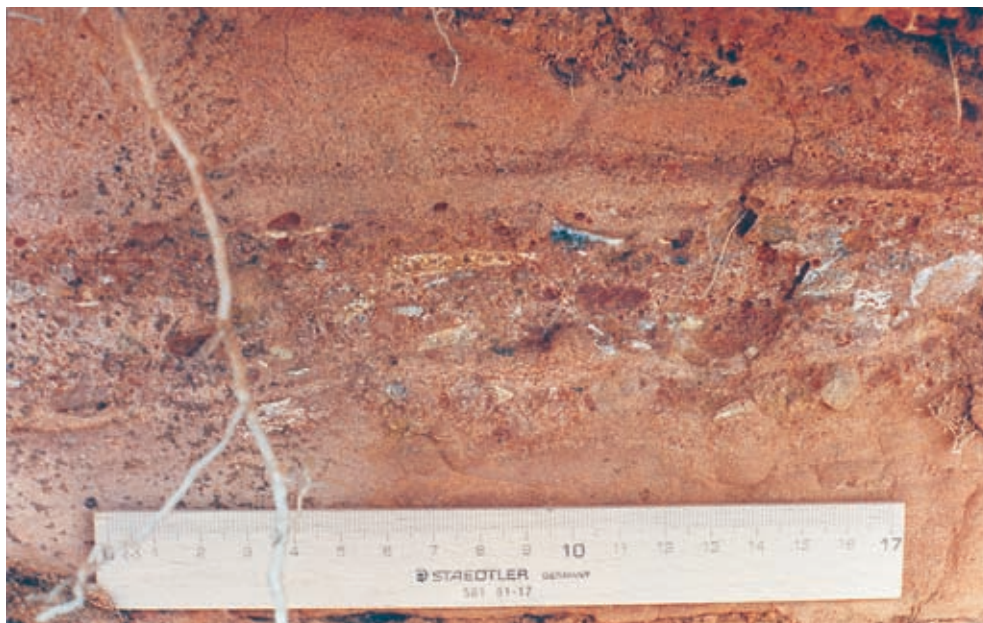


Fig. 18.4. Jaciment del racó des Pi. Nivells més arenosos amb fragments de closca de tortuga.

GARCIA-PORTA I QUINTANA, 2002 i *Vipera* sp., Bailón *et al.*, 2002) citats a les illes Balears. Entre els amfibis, cal destacar la presència d'un discoglòssid, encara en vies d'estudi.

La pobresa en espècies, l'absència de mamífers carnívors, el gigantisme i els canvis de proporcions en l'esquelet permeten afirmar que es tracta d'un grup faunístic evolucionat en condicions d'insularitat. En aquest sentit, el conill gegant de Menorca mostra de manera molt clara algunes d'aquestes característiques. Tenia un pes mitjà d'uns 14 kg, les òrbites oculars i la bul·la timpànica molt petites, el cap proporcionalment petit en relació a la resta del cos, les extremitats i la columna vertebral més curtes. A l'haver evolucionat en absència de depredadors, la vista i l'oïda s'haurien modificat segons les noves condicions ecològiques; al no haver de reaccionar de forma ràpida davant certs estímuls, també s'hauria modificat el sistema nerviós, tal com va passar amb *Myotragus*, que mostra, en relació als bòvids continentals, un cervell més petit (Köhler i Moyà-Solà, 2004). També s'hauria modificat la

forma de moure's, al canviar d'una locomoció basada en la velocitat, típica dels lepòrids continentals, a una locomoció més lenta. Alguns dels canvis soferts pel conill gegant de Menorca són similars als d'altres conills evolucionats en condicions semblants. És el cas de *Nesolagus netscheri* (Schlegel, 1880) de l'illa de Sumatra i les muntanyes Anamítiques de Laos i Vietnam (SurrIDGE *et al.*, 1999) i molt especialment, de *Pentalagus furnessi* (Stone, 1900) (Fig. 18.8c) de les illes japoneses Amami Oshima i Tokuno-shima, a l'arxipèlag Ryukyu. El fet que aquest conill mostri un pes mitjà de 2,5 kg (Yamada i Sugimura, 1998), molt menor que el del conill de Menorca, podria indicar que la seva presència en aquestes illes japoneses fos relativament recent.

A diferència de la resta de l'esquelet, les dents del conill gegant de Menorca van canviar poc. La forma de les dents ens permet conèixer quin va ser, de manera aproximada, l'ancestre d'aquest animal. El conill gegant es pot relacionar amb el gènere *Alilepus* DICE, 1931, un lepòrid de mida similar al conill de camp i

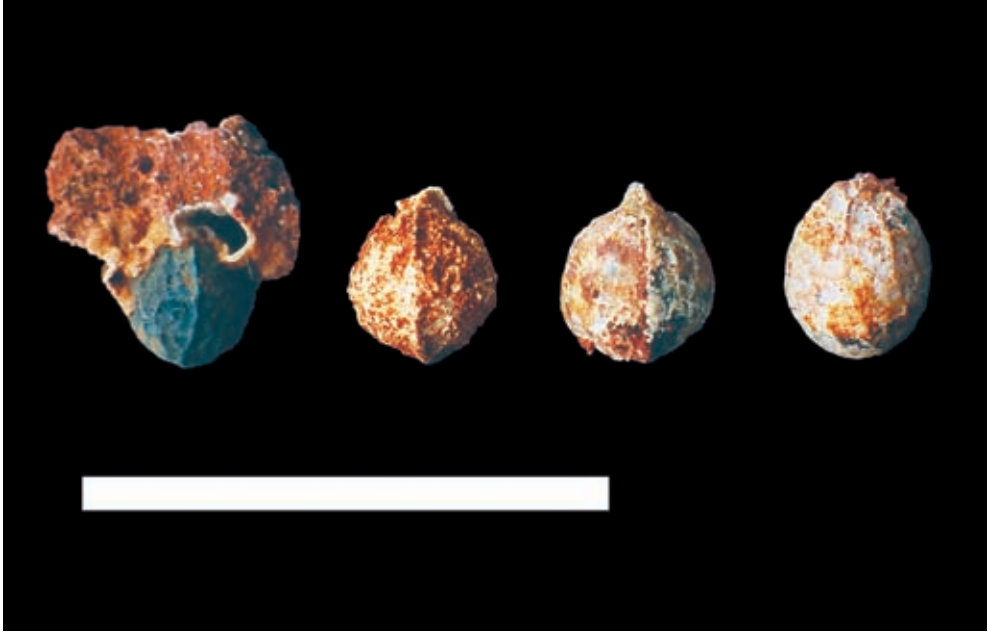


Fig. 18.5. Llavors fossilitzades d' olivella (*Cneorum tricoccon*). Escala 2 cm.



Fig. 18.6. Húmer de *Cheirogaster gymnesica*, la tortuga gegant de Menorca. Escala 2 cm.

que es trobava amplament distribuït en el Miocè superior-Pliocè inferior d'Euràsia (apareix també a la Península Ibèrica) i en el Pliocè de Nord-Amèrica (López Martínez, 1989; White, 1991).

Coneixem fins a cert punt els canvis soferts pel conill gegant de Menorca, però manquen encara estudis que ens ajudin a entendre els canvis de mida i proporcions experimentats per altres tàxons d'una edat semblant, com per exemple, *M. cyclopeus* o la tortuga gegant de Menorca. El seu estudi ens ajudarà a conèixer molt millor el conjunt d'aquesta fauna i com era Menorca durant el Pliocè.

### Època d'arribada a Menorca

El fet que va propiciar l'arribada a Menorca d'alguns d'aquests animals va ser la dessecació de la Mediterrània al Messinià (Miocè superior). Aquest fenomen s'esdevengué quan es va interrompre la comunicació entre la Mediterrània i l'oceà Atlàntic (es va tancar l'"aixeta" que proporciona bona part de l'aigua que arriba a la Mediterrània), a causa de moviments de l'escorça de la terra. La dessecació de la Mediterrània va començar ara fa 5,75 milions d'anys i en fa 5,32 milions que va finalitzar (Clauzon *et al.*, 1996). La baixada més important del nivell de la mar (uns -1.500 m) va tenir lloc entre fa 5,60 i 5,32 milions d'anys. Això va permetre l'arribada per terra d'un reduït nombre d'animals a les Balears, que van quedar aïllats al tornar a pujar el nivell del mar (al tornar-se a obrir l'"aixeta" de l'Atlàntic).

S'ha de tenir molt present però, que alguns dels animals vists anteriorment (alguns amfibis i rèptils) ja es trobaven a Menorca abans de l'assecament de la Mediterrània (Altaba, 1997; Bailón *et al.*, 2002). Altres animals, com els mol·luscs terrestres, tenen també un origen més antic (Quintana, 1995). Alguns d'ells, com la *Tudorella ferruginea* (LAMARCK, 1822) (Fig. 18.9) han arribat fins a l'actualitat, motiu pel qual poden considerar-se autèntiques relíquies del nostre passat.

### Edat dels dipòsits

El fet que aquesta fauna (o una part) arribàs al Messinià no vol dir que els jaciments on es troba tinguin aquesta mateixa edat. Les modificacions sofertes pel conill gegant indiquen clarament que, al quedar enterrats els ossos, ja s'havien produït canvis molt significatius en l'esquelet, com a resultat de molt de temps d'evolució en condicions d'aïllament.

Com ja s'ha dit abans, els jaciments amb tortuga i conill gegants es van situar en un primer moment en el Plistocè. Posteriorment, Pons-Moyà *et al.* (1981) dataren aquests jaciments com a messinians, basant-se en el fet que el jaciment de Cala es Pous (o de Torrevella) es troba fossilitzat per un escull d'edat messiniana (Agustí i Moyà-Solà, 1990). L'estudi detallat d'aquest mateix jaciment ha revelat, però, que els llims vermells amb *Cb.*



Fig. 18.7. Fèmur del conill gegant de Menorca (esquerra) i de conill del camp (*Oryctolagus cuniculus*) (dreta). Escala 2 cm.



Fig. 18.8. Mandíbules del conill gegant de Menorca (A), d'un conill del camp (*Oryctolagus cuniculus*) (B) i de *Pentalagus furnessi* (C), el conill de les illes Amami Oshima i Tokuno-shima, al Japó. Escala 2 cm.



Fig. 18.9. Exempler fòssil, possiblement pliocènic (esquerra) i actual (dreta) de *Tudorella ferruginea*. Escala 2 cm.

*gymnesica* no es trobem fossilitzats per un escull messinià, si no que omplen una cova excavada en unes calcarenites d'aquesta edat (Quintana, 1998), de forma que l'edat dels llims amb *Cb.*

*gymnesica* ha de ser, necessàriament, posterior al de les calcarenites, és a dir, posterior al Messinià.

La datació d'aquests depòsits és molt difícil, al presentar una extensió molt petita i al no poder-se correlacionar amb altres sediments d'edat coneguda. Tenint en compte que aquestes formacions fossilitzen les calcarenites del Messinià i que a vegades inclouen còdols d'aquests mateixos sediments, i que, a la vegada, són fossilitzades per materials pliocènics (Mercadal i Pretus, 1980; Quintana, 1998), els jaciments que contenen restes de la tortuga i el conill gegants es poden atribuir cronològicament al Pliocè en sentit ampli, tal com indiquen Quintana (1998) i Alcover *et al.* (1999).

## ELS JACIMENTS I LA FAUNA DEL (PLIO)-QUATERNARI

### Els jaciments

El Migjorn de Menorca conté nombrosos depòsits fossilífers de vertebrats del Quaternari (i, tal volta, alguns del Pliocè superior) (Fig. 18.10). Podem dir que existeixen bàsicament dos tipus de jaciments. D'un costat es troben els jaciments càrstics, i d'altre els formats per eolianites. A diferència del que passa a Mallorca, a hores d'ara no s'han trobat a Menorca depòsits al·luvials amb restes de la fauna plioquaternària.

Dins dels depòsits d'origen càrstic, les troballes s'han realitzat en dos subtipus d'indrets. En primer lloc, a l'interior de diferents cavitats, ja sigui superficialment (a vegades englobats en colada) o dins dels sediments del trispol. En segon lloc, a depòsits d'origen cavernícola, però a l'exterior, en forma de bretxa més o menys dura, degut al desmantellament de les cavitats on s'havien inicialment depositat. En general els depòsits trobats a l'interior de les cavitats són els més recents, mentre que els jaciments d'origen cavernícola trobats a l'exterior són més antics, i sovint les restes fòssils estan englobades en llims vermells molt endurits.

Curiosament, però, al contrari del que passa a Mallorca, a Menorca moltes de les restes fòssils trobades del Plio-quaternari s'in-

clouen a bretxes consolidades que afloren a l'exterior per un motiu o l'altre. El nombre de depòsits dins cavitats és sorprenentment petit en comparació al que seria esperable si el registre fos com el mallorquí. Dels 48 jaciments de vertebrats fòssils del Quaternari (i Pliocè superior?) de Menorca coneguts actualment, només 15 estan localitzats dins coves.

Les eolianites contenen rarament restes fòssils. En canvi, és més freqüent trobar-hi pistes de *Myotragus* (Quintana, 1993; Fornós *et al.*, 2002) i *Hypnomys* (Quintana, 1993). A l'illa de l'Aire s'han descrit eolianites més antigues que contenen unes estructures ovoidals que foren identificades com a copròlits de *Myotragus* (Mercadal *et al.*, 1970). Tot i que inicialment foren atribuïdes a *Myotragus balearicus*, en realitat, de confirmar-se'n la identificació, serien atribuïbles a *Myotragus* sp.

### La fauna

La fauna fòssil dels jaciments abans esmentats es caracteritza per la presència d'un petit caprí endèmic de Menorca i Mallorca (localitzat també a sa Dragonera i Cabrera), el *Myotragus* (Fig. 18.11). Dins d'aquest gènere, a l'illa de Menorca s'han trobat restes de dues espècies (*M. balearicus* i *M. batei*), com també d'altres materials d'atribució específica no resolta (*Myotragus* sp.). L'espècie terminal del gènere, *Myotragus balearicus*, va ser descrita per Bate (1909) a partir d'uns materials recollits a l'illa de Mallorca. La mateixa autora esmenta el gènere, uns anys més tard, en alguns jaciments de l'illa de Menorca (Bate, 1914b). Ben aviat, però, Andrews (1915) va fer una descripció més completa de l'espècie, posant èmfasi en una nova varietat de mida més grossa, provinent de materials obtinguts a Menorca, *Myotragus balearicus* var. *major* (Fig. 18.12). Aquesta forma més gran no ha estat posteriorment reconeguda com a tàxon vàlid pels diferents autors que han tractat la taxonomia del gènere (e.g., Alcover *et al.*, 1981; Bover i Alcover, en premsa).

*Myotragus balearicus* és un caprí nan que va viure a les illes Balears, pel que sembla, fins a l'arribada dels humans (Bover i Alcover, 2003).

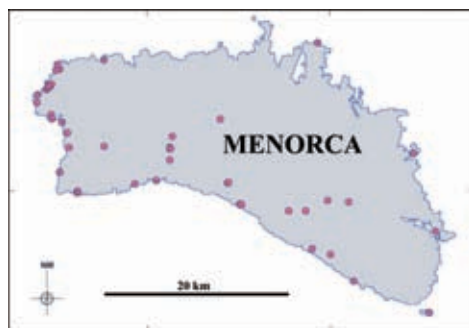


Fig 18.10. Mapa dels jaciments de vertebrats terrestres del Quaternari (i Pliocè superior) de Menorca.

A hores d'ara, les proves sòlides més recents de presència d'aquesta espècie són posteriors al 3650 cal BC, d'acord amb materials obtinguts a l'illa de Cabrera.

Aquesta espècie presenta una sèrie de característiques derivades resultants de la seva evolució en condicions d'insularitat. Degut a aquestes característiques, es pot considerar *Myotragus balearicus* com el més inusual de tots els bòvids. Com a peculiaritats més espectaculars, destaquen la seva mida petita (no feia més de 50 cm d'alçada a la creu, Quetglas i Bover, 1998), la presència, en estat adult, d'una única incisiva de creixement continu (Bate, 1909), la manca de substitució de la dentició primària incisiviforme per una dentició secundària (Bover i Alcover 1999), la reducció del nombre de premolars i incisiviformes (Bate, 1909; Andrews, 1915; Alcover *et al.*, 1981; Bover i Alcover, 1999), la posició frontal de les òrbites oculars i l'acurçament del rostre (Bate, 1909), la reducció de la cavitat nasal (Tolosa i Bover, en preparació), l'acurçament dels ossos llargs, principalment dels metapodials (Bate, 1909; Andrews, 1915), l'elevat grau de robustesa dels ossos de les extremitats, sobre tot als metapodis (Alcover *et al.*, 1981), etc. Totes aquestes característiques les presenta *Myotragus balearicus*, o bé en grau extrem, o bé amb exclusivitat. Es tracta de característiques clarament adaptatives als ambients insulars prehumans de les Gimnèsies. No debades es considera *Myotragus balearicus* com un cas extrem d'evolució en



Fig 18.11. Crani de *Myotragus balearicus* de la cova des Tancats (MNIB 81723). Escala 2 cm.

condicions d'insularitat, talment com ho és també el conill gegant del Pliocè de Menorca.

Gràcies als materials mallorquins, s'ha pogut estudiar amb un cert detall l'evolució de l'espècie. Dins la línia filètica de *Myotragus* es reconeixen actualment cinc espècies que es van succeint al llarg del temps. Les dues espècies més antigues (*pepagonellae*, *antiquus*) s'han resituat en un gènere nou, que seria l'ancestre de *Myotragus*, mentre que aquest nom genèric es reserva per incloure-hi les tres més recents (*kopperi*, *batei* i *balearicus*).

A l'illa de Menorca s'havia descrit *Myotragus binigausensis* (Moyà-Solà i Pons-Moyà, 1980), trobat al jaciment del barranc de Binigaus (Es Migjorn Gran). Aquesta espècie ha estat recentment sinonimitzada amb *M. batei* (Crusafont i Angel, 1996) del Plistocè inferior de Mallorca (Bover i Alcover, 2000). Es tracta de l'espècie immediatament anterior a *M. balearicus* i es caracteritza per posseir dues incisives a l'estat adult. Així doncs, tenim representades a

Menorca les dues cronoespècies finals de la línia filètica de *Myotragus*. Tot i que la majoria de materials específicament determinables de *Myotragus* de Menorca pertanyen a *M. balearicus*, les restes obtingudes a un jaciment del Migjorn menorquí són atribuïbles a *M. batei*.

L'únic jaciment dins cova que fins a la data s'ha excavat sistemàticament a Menorca és la cova C-2 de Ciutadella (Seguí *et al.*, 1998). D'aquesta cavitat varen ser exhumats 1.762 ossos de *Myotragus balearicus* del Plistocè superior, que corresponien a un mínim de 44 individus.

Com s'ha dit anteriorment, però, no només s'han trobat els ossos fossilitzats d'aquesta espècie. Un nombre important de rastres de petjades sobre eolianites han estat localitzades i estudiades tant a Mallorca (Fornós *et al.*, 2002) com a Menorca (Quintana, 1993). En aquesta darrera illa, en concret, a la zona de les penyes d'Alparico. Per ara aquest jaciment és l'únic estudiat a l'illa de Menorca en què s'observen les icnites del petit caprí.

Respecte a la fauna terrestre que acompanya el *Myotragus*, cal destacar els dos mamífers terrestres que també l'acompanyaven a Mallorca. La rata cellarda fòssil, *Hipnomys morpheus*, i la musaranya fòssil de les Balears, *Nesiotites bidalgo* BATE, 1911, han estat trobades a diferents jaciments de Menorca (Quintana, 1998). L'abundància de les restes d'aquestes espècies als diferents jaciments tampoc és important, però ha permès l'estudi de les seves pautes evolutives. Tal com passava amb el *Myotragus*, les espècies de micromamífers que acompanyaven l'esmentat *Myotragus binigausensis* del Plistocè inferior de Menorca també han estat posades en sinonímia amb les espècies mallorquines. Així, *Nesiotites meloussae* (Pons-Moyà i Moyà-Solà, 1980) ha passat a *Nesiotites ponsi* (REUMER, 1979) de Mallorca (Reumer, 1981; 1994) i *Hipnomys eliomyoides* (AGUSTÍ, 1980) a *Hipnomys intermedius* REUMER, 1981 (Reumer, 1981; 1994).

En el mateix jaciment d'icnites de les penyes d'Al-parico abans esmentat per a *Myotragus*, s'hi troben les úniques icnites conegudes fins a la data d'*Hipnomys* a les Balears (Quintana, 1993).

Hi ha notícies de dos amfibis i un rèptil fòssils als jaciments del Quaternari de Menorca. D'un costat, *Discoglossus* sp., que es troba associat a la fauna de *Myotragus* en dos jaciments suposadament antics (Quintana, 1998). Aquesta

espècie, no descrita a hores d'ara, pot tractar-se d'un descendent d'una espècie pròpia de la fauna del conill del Pliocè de Menorca que hagués pogut sobreviure fins a un moment indeterminat del Plistocè. No és present als jaciments del Plistocè superior. Per l'altre costat, a diferents jaciments holocènics és present una espècie de ferreret, inicialment descrita com a *Alytes talaioticus* (SANCHIZ i ALCOVER, 1981), la qual, segons Barbadillo (1987), representaria un sinònim d'*Alytes muletensis* (SANCHIZ i ADROVER, 1977), que viu actualment a la serra de Tramuntana de Mallorca. Finalment, cal esmentar *Podarcis lilfordi* GÜNTHER, 1974 a diversos jaciments del Plistocè del Migjorn de Menorca.

#### Època d'arribada del *Myotragus* a Menorca

Els materials de *Myotragus* més antics trobats fins a la data a Menorca pertanyen a *M. batei*. La presència d'aquesta espècie documenta sòlidament que l'època d'arribada del gènere fou anterior al moment en què s'en van depositar les restes. Donat que aquests materials són atribuïts a un moment indeterminat del Plistocè inferior, l'arribada del tàxon se situaria, o bé dintre del mateix Plistocè inferior, o bé en un moment anterior. Fins a l'actualitat no s'han trobat restes de *M. kopperi*, l'espècie immediata-

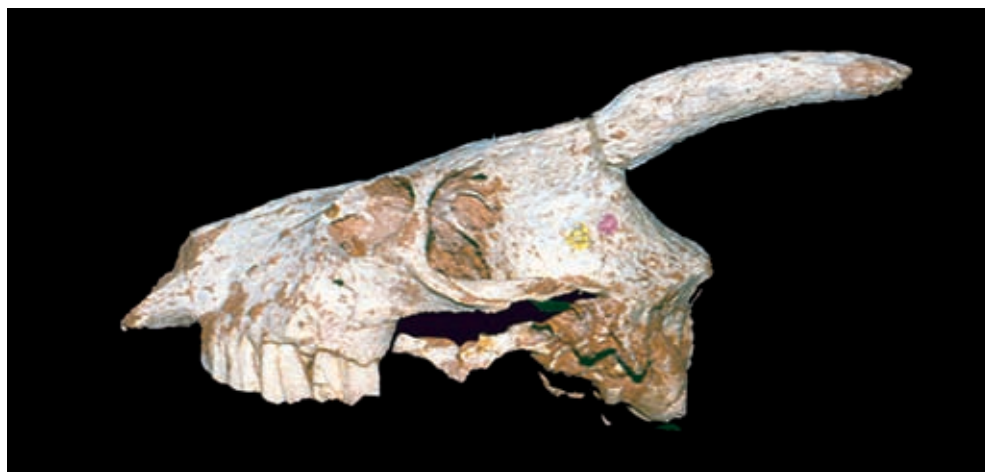


Fig 18.12. Visió lateral del crani de *Myotragus balearicus* var. major (espècimen tipus). Longitud aproximada 12 cm.

Jaciment	Núm. Laboratori	Datació convencional	cal BC 2s
Pas d'en Revull	Beta-177237	5060±40 BP	3970-3760
Cova des Myotragus	Beta-177238	19480±90 BP	22000-20400
Cova des Tancats	UtC-3740	10020±50 BP	10000-9250

Taula 18.1. Datacions radiocarbòniques d'ossos de *Myotragus balearicus* de Menorca.

ment anterior de la línia filètica, trobada a Mallorca (Moyà-Solà i Pons-Moyà, 1981).

La informació paleontològica disponible permet acotar d'una manera més precisa l'època d'arribada de *Myotragus* i la seva fauna acompanyant a Menorca. El gènere no és present als jaciments menorquins amb conill gegant, els quals han estat atribuïts al Pliocè en sentit ampli. L'arribada de la fauna de *Myotragus* a Menorca s'esdevé en un moment indeterminat, situat entre l'època en què vivia *M. batei* (que, segons els materials mallorquins, seria el Plistocè inferior) i l'època en què vivia el conill gegant (Pliocè).

Alcover *et al.* (1999) suggereixen que l'entrada d'aquesta fauna s'hauria realitzat en un moment indeterminat a partir de quan comencen les glaciacions, això és, a partir de fa aproximadament uns 2,35 milions d'anys (Shackleton i Opdike, 1977). La baixada de la mar produïda per l'inici de les glaciacions hauria permès la formació de ponts de terra entre Mallorca i Menorca diverses vegades des de l'inici del Pliocè superior. Segons Alcover *et al.* (1999), aquest fenomen hauria possibilitat l'intercanvi de grups faunístics entre les dues illes. En aquest cas, la fauna de *Myotragus* provinent de Mallorca hauria desplaçat la fauna del conill gegant, present a Menorca al moment d'establir-se el contacte. Segons el model amb el que treballen, a l'inici de les glaciacions s'hauria produït un intercanvi faunístic entre Mallorca i Menorca (talment com amb la formació de l'istme de Panamà es va produir el "gran intercanvi americà"). L'intercanvi hauria estat asimètric, de manera que a la pràctica la fauna de *Myotragus* (originada a Mallorca a partir d'uns ancestres arribats a l'illa durant el Messinià) hauria substituït a Menorca la fauna del conill gegant (present a Menorca des del Messinià). No obstant

això, cal emfatitzar que a hores d'ara no es disposa de proves inequívocues que demostrin que la fauna del conill gegant fos desplaçada per la fauna de *Myotragus* i, per tant, no es poden excloure totalment models alternatius.

### Edat dels depòsits

Les dades disponibles sobre l'edat dels depòsits de vertebrats de la fauna de *Myotragus* són escasses. Les més antigues corresponen a cronologies inferides a través dels paral·lelismes que es poden establir amb les faunes mallorquines. Així, *grosso modo*, cal atribuir els jaciments menorquins amb *M. batei* a un moment indeterminat del Plistocè inferior. A hores d'ara, a base de la interpretació presentada per Alcover *et al.* (1999), no es pot excloure que es trobin materials lleugerament anteriors (corresponents a l'estadi evolutiu representat per *M. kopperi*), però no és esperable trobar testimonis de les formes més antigues de la línia filètica.

Els depòsits que contenen *M. balearicus* són atribuïbles al Plistocè superior o a l'Holocè. A l'actualitat es disposa de tres datacions realitzades directament sobre ossos de *M. balearicus* de jaciments menorquins (Mestres i de Nicolàs, 1999; Quintana *et al.*, 2003; veure taula 1). Una de les datacions (Beta-177237), realitzada sobre una mandíbula de *M. balearicus* procedent del jaciment del pas d'en Revull-sa penya Fosca (Quintana, 2001), documenta que la desaparició de l'espècie a Menorca és posterior al 3970 cal BC (Quintana *et al.*, 2003). L'espècie no és present als jaciments arqueològics coneguts a Menorca, i es pot concloure que la seva desaparició de l'illa és anterior al 1930 cal BC (Bover i Alcover, 2003). L'extinció dels micro-mamífers endèmics sembla ser també anterior a



aquesta data, mentre que la sargantana i el ferretet haurien sobreviscut a l'illa almenys fins a l'època dels romans (Reumer i Sanders, 1984).

### Agraïments

Un dels autors (J.Q.) està especialment agraït al Dr. Fumio Yamada, del National Institute of Forest Science of Japan per l'enviament, de forma totalment desinteressada, d'uns esquelets de *Pentalagus furnessi*, molt útils a l'hora d'estudiar el conill gegant de Menorca; als companys i companyes de l'Institut de Paleontologia "M. Crusafont", per la seva sincera amistat, recolzament i ànim; al Consell Insular de Menorca i a la Diputació de Barcelona que han finançat, mitjançant beques, l'estudi del conill gegant de Menorca. Estam agraïts als Drs. J. J. Fornós, A. Obrador i V.M. Rosselló Verger per brindar-nos l'oportunitat de participar en aquesta Monografia. Un dels autors (PB) gaudeix d'una beca de Formació de Personal Investigador de la Direcció General R+D+I de la Conselleria d'Innovació i Energia del Govern de les Illes Balears. Aquest treball s'inclou al Projecte BTE2001-0589 de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Madrid).

### BIBLIOGRAFIA

- AGUSTÍ, J., MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. 1982. Une espèce géante de *Muscardinus* Kaup, 1829 (Gliridae, Rodentia, Mammalia) dans le gisement karstique de Cala es Pou (Miocène supérieur de Minorque, Baléares). *Geobios*, 15 (5): 783-789.
- AGUSTÍ, J. i MOYÀ-SOLÀ, S. 1990. Neogene-Quaternary mammalian faunas of the Balearics. In: *Biogeographical aspects of insularity*. Accademia Nazionale dei Lincei: 459-468.
- ALCOVER, J.A., MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. 1981. *Les quimeres de passat. Els vertebrats fòssils del Pliocè-Quaternari de les Balears i les Pitiüses*. Mon. Cient., 1. Edit. Moll. 260 pp.
- ALCOVER, J.A., SEGÚI, B. i BOVER, P. 1999. Extinctions and local disappearances of vertebrates in the Western Mediterranean Islands. A: MacPhee, R.D.E. (ed.) *Extinctions in Near Time*. 165-188. New York: Plenum Press.
- ALTABA, C.R. 1997. Phylogeny and biogeography of midwife toads (*Alytes*, Discoglossidae): a reappraisal. *Contributions to Zoology*, 66 (4): 257-262.
- ANDREWS, C.W. 1915. A description of the skull and skeleton of a peculiarly modified rupicaprine antelope (*Myotragus balearicus* Bate), with a notice of a new variety *Myotragus balearicus* var. *major*. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 206: 281-305.
- BAILÓN, S., GARCIA-PORTA, J. i QUINTANA, J. 2002. Première découverte de Viperidae (Reptilia, Serpentes) dans les îles Baléares (Espagne): des vipères du Néogène de Minorque. Description d'une nouvelle espèce du Pliocène. *C.R. Palevol* 1: 227-234.
- BARBADILLO, J.L. 1987. *La guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Incafo, Madrid. 694 pp.
- BATE, D.M.A. 1909. Preliminary note on a new artiodactyle from Majorca, *Myotragus balearicus*, gen. et sp. nov. *Geol. Mag.*, Dec. 5 (6): 385-390.
- BATE, D.M.A. 1914a. A gigantic land tortoise from the Pleistocene of Menorca. *Geol. Mag. N.S.*, Dec. 6 (1): 100-107.
- BATE, D.M.A. 1914b. The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geol. Mag. N.S.*, Dec. 6 (1): 347-354.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. 1999. The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biol. J. Linnean Soc.*, 68: 401-428.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. 2000. La identitat taxonòmica de *Myotragus binigausensis* Moyà-Solà i Pons-Moyà 1980. *Endins*, 23: 83-88.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. 2003. Understanding Late Quaternary Extinctions: the case of *Myotragus balearicus* Bate 1909. *Journal of Biogeography*, 30: 771-781.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. En premsa. A taxonomic approach of the insular Caprines from the Gymnesic Islands (Western Mediterranean Sea). *Quaternaire*.
- CLAUZON, G., SUC, J-P., GAUTIER, F., BERGER, A. i LOUTRE, M-F. 1996. Alternate interpretation of the Messinian salinity crisis: Controversy resolved? *Geology*, 24 (4): 363-366.
- COLOM, G. 1957. *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y fauna*. Ed. Est. Gral. Lul., Ciutat de Mallorca, 508 pp.
- CUERDA, J. 1975. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Ed. Inst. Est. Bal., Palma de Mallorca, 304 pp.
- FORNÓS, J.J., BROMLEY, R.G., CLEMMENSEN, L.B. i RODRÍGUEZ-PÉREA, A. 2002. Tracks and trackways of *Myotragus balearicus* Bate (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180: 277-313.
- GARCIA-PORTA, J., QUINTANA, J. i BAILÓN, S. 2002. Primer hallazgo de *Blanus* sp. (Amphisbaenidae, Reptilia) en el Neógeno balear. *Rev. Esp. de Herpetología*, 16: 19-28.
- KÖHLER, M. i MOYÀ-SOLÀ, S. 2004. Reduction of brain and sense organs in the fossil insular bovid *Myotragus*. *Brain, Behavior and Evolution*, 63: 125-140.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. 1989. *Revisión sistemática y biostratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España*. Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza nº 3 (3). Diputación General de Aragón. 350 pp.
- MERCADAL, B. i PRETUS, J.L.L. 1980. Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 15-21.
- MERCADAL, B., VILLALTA, J.F., OBRADOR, A. i ROSELLÓ, J. 1970. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín. *Acta Geol. Hispánica*, 4: 89-93.

- MESTRES, J.S. i DE NICOLÁS, J.C. 1999. Contribució de la datació per radiocarbono al establiment de la cronologia absoluta de la prehistòria menorquina. *Caesari-Augusta*, 73: 327-341.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C., ALCOVER, J. A., MOYÀ, S. i PONS, J. 1980. Une nouvelle forme insulaire d'Effraie Géante, *Tyto balearica* n. sp. (Aves, Strigiformes), de Plio-Pleistocene des Baléares. *Geobios*, 15 (5): 803-811.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. 1980. Una nueva especie del género *Myotragus* Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: *Myotragus binigausensis* nov. sp. Implicaciones paleozoogeográficas. *Endins*, 7: 37-47.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. 1981. *Myotragus kopperi*, une nouvelle espèce de *Myotragus* Bate, 1909 (Mammalia, Artiodactyla, Rupicaprini). *Proc. Konink. Ned. Akad. van Wetensch. ser. B*, 84 (1): 57-69.
- PONS-MOYÀ, J. i MOYÀ-SOLÀ, S. 1980. Nuevo representante del género *Nesiotites* Bate 1944: *Nesiotites meloussae* nov. sp. (Insectívora, Soricidae) de los rellenos cársticos del Barranc de Binigaus (Es Mercadal, Menorca). *Endins*, 7: 53-56.
- PONS-MOYÀ, J., MOYÀ-SOLÀ, S., AGUSTÍ, J. i ALCOVER, J.A. 1981. La fauna de mamíferos de los yacimientos menorquines con *Geocelone gymnesica* (Bate, 1914). Nota Preliminar. *Acta Geol. Hispánica*, 16 (3) :129 - 130.
- QUETGLAS, G. i BOVER, P. 1998. Reconstrucció de l'esquelet de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): noves implicacions morfofuncionals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 159-172.
- QUINTANA, J. 1993. Descripción de un rastro de *Myotragus* e icnitas de *Hypnomys* del yacimiento cuaternario de Ses Penyes d'es Perico (Ciudadella de Menorca, Balears). *Paleontologia i Evolució*, 26-27: 271-279.
- QUINTANA, J. 1995. Fauna malacològica associada a *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914). Implicaciones biogeográficas. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 95- 119
- QUINTANA, J. 1998. Aproximació a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101: 117
- QUINTANA, J. 2001. Fauna malacològica presente en los sedimentos holocénicos del Barranc d'Algender (Ferreries, Menorca). *Spira*, 1 (1): 33-40.
- QUINTANA, J., BOVER, P., RAMIS, D. i ALCOVER, J.A. 2003. Cronologia de la desaparició de *Myotragus balearicus* Bate 1909 a Menorca. *Endins*, 25: 155-158.
- REUMER, J.W.F. 1981. The Pleistocene small mammals from Sa Pedrera de s'Ònix (Gliridae, Soricidae). *Proc. Konink. Akad. van Wetensch. ser B*, 84: 43-53.
- REUMER, J.W.F. 1994. *Eliomys (Hypnomys) onicensis nomen novum*, to replace the homonym *Hypnomys intermedius* Reumer 1981 (Rodentia, Gliridae) from Mallorca. *Z. Säugetierkunde*, 59: 380-381.
- REUMER, J.W.F. i SANDERS, E.A.C. 1984. Changes in the vertebrate fauna of Menorca in prehistoric and classical times. *Z. Säugetierkunde*, 49: 321-325.
- ROSELL, J., GÓMEZ-GRAS, D. i ELIZAGA, E. 1990. Mapa geològic escala 1:50.000. Plan Magna. Hoja 645 bis-I, 646-IV: Santandria. *Inst. Tecnol. y Geomin. de España*. Madrid.
- SEGÚ, B. 1998. Successió estratigràfica d'aus en els reblliments càrstics de les Gimnèsies. Tesi Doctoral no publicada, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.
- SEGÚ, B. 1999. A late Tertiary woodcock from Menorca, Balearic Islands, Western Mediterranean. *The Condor*, 101: 909-915.
- SEGÚ, B. 2002. A new genus of crane (Aves: Gruiformes) from the late tertiary of the Balearic islands, Western Mediterranean. *Ibis*, 144: 411-422.
- SEGÚ, B., BOVER, P., TRIAS, M. i ALCOVER, J.A. 1998. El jaciment fòssilífer de la Cova C-2 (Ciudadella de Menorca). *Endins*, 22: 81-97.
- SEGÚ, B., QUINTANA, J., FORNÓS, J.J. i ALCOVER, J.A. 2001. A new genus of procellariiforme from the Upper Miocene of Menorca, Western Mediterranean. *Palaeontology*, 44 (5): 933-948.
- SHACKLETON, N.J. i OPDIKE, N.D. 1977. Oxygen isotope and paleomagnetic evidence of early Northern Hemisphere glaciation. *Nature*, 270: 216-219.
- SURRIDGE, A.K., TIMMINS, R. J., HEWITT, G. M i BELL, D. J. 1999. Striped rabbits in Southeast Asia. *Nature*, 400: 726.
- VILLALTA, J.F. i CRUSAFONT, M. 1946. Sobre el Pleistoceno de Balears y sus nuevos yacimientos de Mamíferos. *Estud. Geol.*, 6: 69-77.
- WHITE, J.A. 1991. North american Leporinae (Mammalia: Lagomorpha) from late Miocene (Clarendonian) to latest Pliocene (Blancan). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 11(1): 67-89.
- YAMADA, F. i SUGIMURA, K.1998. Ecology and conservation of the endangered amami rabbit *Pentalagus furnessi*. A: Reig, S. (ed.) Abstracts. Euro-American Mammal Congress: 87. Universidade de Santiago de Compostela.

# ELEMENTS D'ECOLOGIA DEL PAISATGE DE MENORCA

## una comparança de les comarques de Migjorn i Tramuntana

Joan Ll. Pretus<sup>1</sup> i Guillem Chust<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona*

<sup>2</sup> *Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (CNRS/UPS), Toulouse*

### INTRODUCCIÓ

La declaració de Menorca com a Reserva de la Biosfera per part de la UNESCO el 1993 va representar, de més a més d'una fita commemorativa, un estímul intel·lectual dins l'àmbit de l'ecologia: tractar de desenvolupar una línia de treball que indagàs en les relacions home-naturalesa a escala territorial i en el vessant de conservació de la diversitat biològica, un dels arguments inspiradors d'aquella declaració. Requeria l'adaptació i compenetració d'objectius, tècniques i mètodes encara inèdits al territori insular, però que arreu s'anaven estructurant en forma d'una nova perspectiva emergent, que modernitzava els plantejaments d'una disciplina d'antuvi descriptiva, coneguda com ecologia del paisatge. Centrada en l'estudi de la configuració espacial dels mosaics d'hàbitats d'un territori humanitzat, aquesta disciplina pretén, avui dia, identificar els paràmetres estructurals i dinàmics del paisatge que influeixen en la biodiversitat i en els processos ecològics, cercant regularitats empíriques que en permetin una comprensió realista, i, fins i tot, derivar-ne alguns elements predictius, que donin llum a les nombroses qüestions aplicades de l'organització del territori.

En aquest treball es presenten alguns

resultats que encadenen diferents aspectes de la problemàtica plantejada. En primer lloc, aproximar-se a una descripció dels hàbitats terrestres de l'illa i al coneixement de la seva distribució i extensió. Reconèixer el paper del medi físic, representat pel relleu, el substrat o el clima, en determinar les causes d'aquesta distribució, tot i la gran influència de l'home que, com a poderós agent històric, genera un important component de soroll ambiental, en sentit estadístic. Tractar de quantificar la dinàmica a què estan sotmesos els usos del sòl, sota pressió de les demandes socioeconòmiques imperants en cada etapa de la vida insular. I, finalment, plantejar-se les repercussions d'aquesta composició i dinàmica del paisatge en la distribució i conservació de la diversitat biològica.

### ECOLOGIA DEL PAISATGE

L'expressió Ecologia del Paisatge fou utilitzada per primer cop per Troll el 1939 (Turner i Gardner, 1991), a partir de les tradicions europees de la geografia regional i la ciència de la vegetació. Avui dia, dotada de noves tècniques d'adquisició d'imatges del territori –teledetecció–, d'anàlisi –sistemes d'informació geogràfica, geoestadística i modelització espacialment explícites– i de nous fonaments teòrics, l'eco-

logia del paisatge esdevé una nova disciplina molt transformada de la tradicional, especialment per la influència de l'escola americana i l'impuls de la Societat Internacional per l'Ecologia del Paisatge. Com indica Edward O. Wilson, els ecòlegs reconeixen progressivament que han d'estendre la seva ciència cap als ambients antropitzats, mentre els planificadors i dissenyadors del paisatge entenen que no poden ignorar les espècies (Forman, 1995). D'aquesta manera, la nova disciplina esdevé un pont de comunicació entre la ciència ecològica, entesa tant a nivell de poblacions com al de processos i ecosistemes, i els problemes reals i concrets de la planificació territorial (Burel i Baudry, 2002), que, amb caràcter d'urgència necessiten trobar-se i establir compromisos mutus de col·laboració.

Els paisatges humanitzats d'antic, com és el cas del territori menorquí, i les terres baixes mediterrànies en general són producte d'aquesta interrelació home-naturalesa, i és legítim concebre'ls com a paisatges culturals, molt influïts per l'agricultura tradicional sostenible. Després de mil·lennis d'interacció entre el sistema productiu antròpic i els processos ecològics, aquests paisatges culturals sustenten avui una considerable biodiversitat.

Com assenyalen Risser *et al.* (1984), l'ecologia del paisatge se centra en grans àrees i en l'estudi dels efectes ecològics dels patrons espacials en els ecosistemes. Específicament, considera 1) el desenvolupament i la dinàmica de l'heterogeneïtat espacial, 2) les interaccions i els intercanvis dins els mosaics produïts per aquesta heterogeneïtat i la influència d'aquesta en els patrons biològics, i, 3) la gestió d'aquesta heterogeneïtat. En particular, la consideració dels patrons espacials marca una distinció amb l'ecologia tradicional que, salvant autors com Robert J. Whittaker, assumeix sovint per necessitats operatives que els sistemes són espacialment homogènis.

Els estudis duts a terme les darreres dues dècades han mostrat com el procés de canvi en els usos del sòl, des d'unitats naturals relativament homogènies fins a mosaics de retalls d'hàbitats envoltats d'una matriu transformada per l'home, produeix efectes inesperats –no lineals–

en les característiques que donen persistència a la diversitat biològica. Per un cantó, afecten la connexió dels hàbitats naturals (Bascompte i Solé, 1996; Fahrig, 2003), creant llindars d'ocupació del territori a partir dels quals el manteniment de la connectivitat es trenca sobtadament. La teoria de metapoblacions (Hanski, 1994) també s'acosta, en un esforç sense precedents, a la modelització empírica i realista de les poblacions que viuen en entorns inestables. Aquesta teoria remarca la importància de facilitar el bescanvi de poblacions entre fragments d'hàbitats que sustenten les poblacions locals, sempre amb elevat risc d'extinció.

Aquestes línies de recerca fan pensar que, als paisatges humanitzats, és tan important la xarxa d'intercanvi entre poblacions locals com la pròpia preservació integral de les poblacions. La comprensió d'aquesta nova dinàmica és encara deficitària per a la majoria de problemes de conservació del nostre territori. En particular, el grau de pèrdua de diversitat genètica per aïllament de poblacions (Loew, 2000) és un procés de pèrdua de biodiversitat infraespecífic poc conegut i que es deu al fet de menystenir la importància d'aquestes connexions que operen a nivell regional.

## IMPORTÀNCIA I MÈTODES D'ESTUDI DE L'ESCALA REGIONAL

Per a un àmbit geogràfic concret, com ara el cas de Menorca, la tasca de comprendre la importància de l'estructura regional del mosaic paisatgístic, en determinar la biodiversitat d'una taca d'hàbitat local, consta de diferents etapes. En primer lloc, cal identificar aquest mosaic i determinar l'estructura territorial dels tipus d'hàbitat. En segon lloc, s'han de dissenyar programes de mostreig de biodiversitat, enfocats a establir relacions empíriques entre l'heterogeneïtat territorial i la riquesa d'espècies –a nivell de tota la comunitat biològica o d'una taxocenosi particular. Finalment i per tal de fer propostes de conservació, s'han de comprendre i modelar quantitativament els factors que determinen les expectatives que una població concreta s'estableixi en un fragment

d'hàbitat donat i serveixi, temporalment o permanentment, de node en la conservació regional de l'espècie.

La disponibilitat de sèries temporals de fotografies aèries del territori o d'imatges captades per sensors remots, que es remunten a 30 anys enrere, adoben un camp de treball prometedor, que tracta d'extraure la màxima informació possible a partir del senyal remot enregistrat. Aquest senyal, en el cas dels sensors òptics, representa la radiació emesa per la llum solar reflectida per la superfície terrestre i, per tant, és pròpia de cada coberta del sòl. Els sensors a bord dels satèl·lits empen diversos canals espectrals, multiplicant així les possibilitats discriminatòries de les diferents cobertes que hom pretén identificar. Els resultats obtinguts fins al present són en general molt bons, en particular, quan es combinen diferents estacions de l'any (Tucker *et al.*, 2000; DeFries and Belward, 2000). Les dificultats reals es donen quan hom malda per separar vegetació mixta o els seus gradients, o bé zones molt heterogènies. La vegetació mediterrània, dominada per la convergència adaptativa envers l'escleròfil·lia, en limita particularment les possibilitats discriminatòries.

Un fet important d'aquest tipus de vegetació, a escala espacial fina, és l'alternança de formes vitals, és a dir, la presència de classes de cobertes mixtes com a resultat de transicions que representen estadis en la successió, o la fragmentació del paisatge en diversos tipus de cobertes, i amb les conseqüents fronteres (Shoshany, 2000). La possibilitat, però, que els paràmetres texturals, com ara l'alternança o reticulació de zones arbustives i de sòl nu, que tipifiquen diferents hàbitats, siguin incorporades als algorismes de discriminació, poden obrir les portes a millores substancials. Igualment, el comportament fenològic de les cobertes ajuda a discriminar tipologies d'usos del sòl radiomètricament properes, com ara els guarets i els conreus en actiu, en el cas de Menorca (Chust *et al.*, 2000).

Un dels aspectes més atractius de l'anàlisi del territori a partir d'imatges òptiques és la comparació temporal de la distribució de les cobertes del sòl, a fi d'establir una diagnosi del

procés de transformació del mosaic paisatgístic degut a les forces dominants en un territori, com ara l'abandonament del camp, la transformació en regadius, la intensificació de les pastures, els incendis o la urbanització. En aquest sentit, en el present treball es mostren els resultats de l'anàlisi d'una imatge del sensor Landsat TM, presa el 18 de juliol de 2000, i es compara amb una imatge del 14 de juliol de 1984. Aquestes dues dates comprenen una important etapa de la història recent de l'illa, amb canvis socioeconòmics que poden haver deixat la seva petjada territorial.

En el proper apartat es proposa una aproximació comparada entre la comarca de Migjorn i la de Tramuntana illenques, amb l'objectiu de remarcar els elements diferencials que, més enllà del caràcter unitari dels processos que intervenen a l'illa, ens permeten relacionar-los amb els factors físics que caracteritzen ambdues comarques i singularitzen els seus patrons de paisatge i la seva dinàmica territorial.

## USOS I COBERTES DEL SÒL

### Procés de classificació de les cobertes a partir d'imatges de satèl·lit

L'obtenció d'informació temàtica a partir d'imatges consisteix a categoritzar els píxels, unitats d'informació radiomètrica que representen una porció de l'espai. En el cas del sensor Landsat TM, aquestes unitats tenen 30 m de costat per a les bandes de la regió visible i d'infraroig.

El procés de classificació automàtica consisteix a establir una relació estadística entre els valors digitals dels píxels i el tipus de coberta que hom pretén identificar en una zona i data determinada. És, per tant, una forma de discretitzar qualitativament la imatge espectral per mitjà d'un algorisme estadístic conegut com Anàlisi Discriminant. El punt de partida és el treball sobre el terreny, d'on s'extrau un conjunt d'àrees de referència, dites d'entrenament, on s'han identificat les unitats més genuïnes de cada classe de coberta. Un algorisme de classificació, que pel fet d'usar la informació del

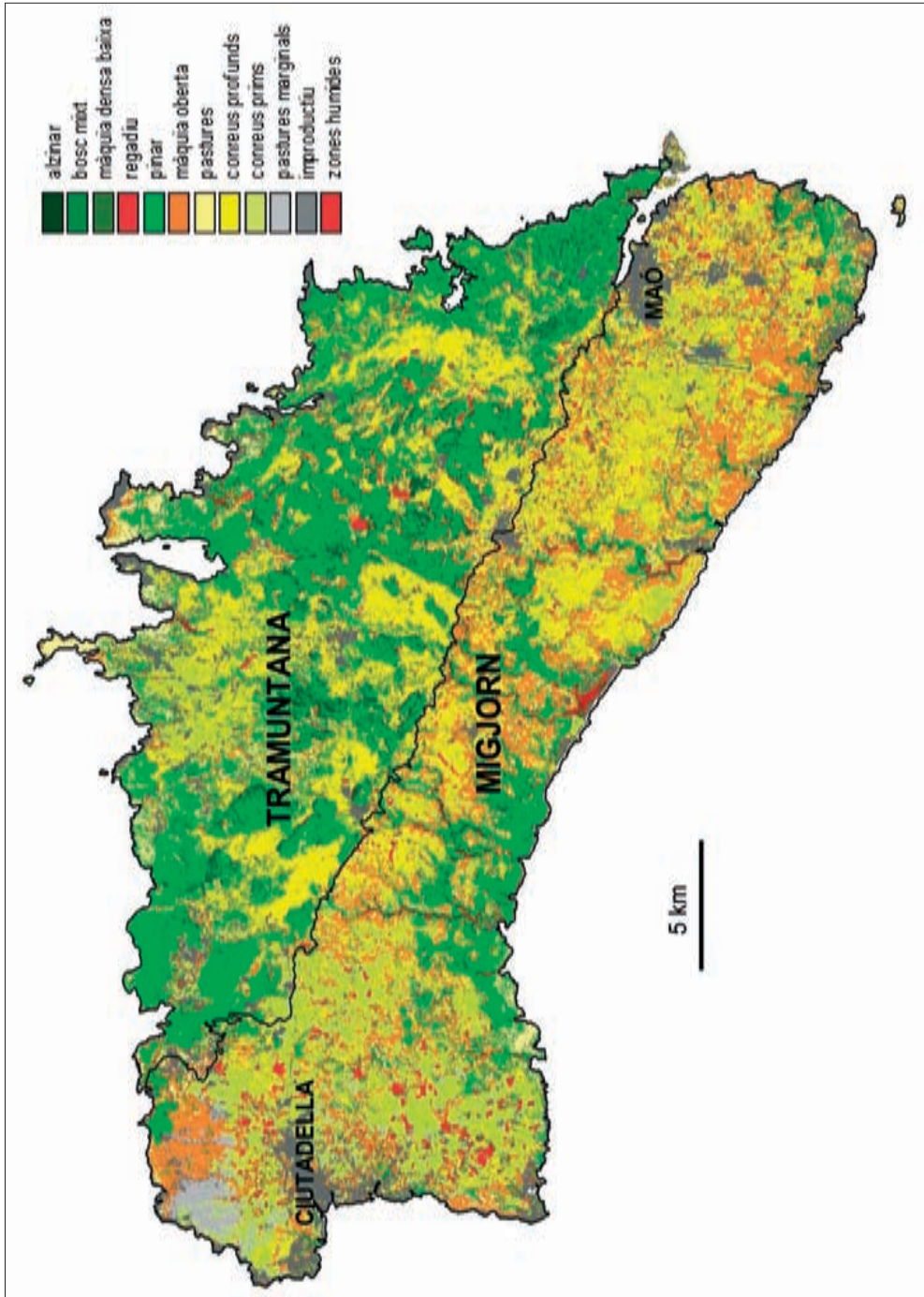


Fig. 19.1. (a) Cartografia temàtica dels usos del sòl de Menorca. A partir d'una imatge TM de 18 de juliol de 2000. S'assenyala la divisió entre les comarques de Tramuntana i Migjorn. Resolució de 30 m.

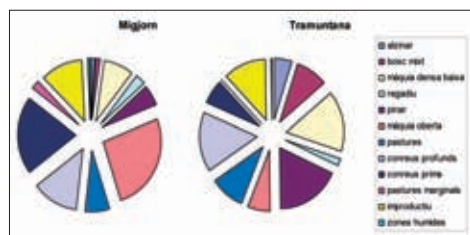


Fig. 19.1.(b) Distribució de les cobertes a cada comarca.

terreny s'anomena supervisat, n'extrapola un model per a tot el territori cobert per la imatge. Les anomenades matrius de confusió (Congalton, 1991) permeten mesurar el grau d'incertesa en la classificació, tant per comissió com per l'omissió d'errors. D'aquesta manera s'avaluen quins tipus de cobertes són susceptibles de ser millor discriminades pels diferents algorismes de classificació. El mètode d'extrapolació que s'ha adoptat aquí, seguint criteris basats en experiències prèvies, és l'anomenat mètode de Màxima Versemblança, el qual proporciona un mapa temàtic de les categories definides en les àrees d'entrenament.

El resultat final, que es presenta aquí, és una cartografia temàtica de les cobertes del sòl orientades a una descripció del mosaic paisatgístic de Menorca. Les classes establertes són de tipus fisiognòmic més que taxonòmic (màquies obertes, màquies baixes) i inclouen, de més a més, categories d'usos antròpics del sòl (conreus, zones irrigades) i classes que abasten diferents usos, com ara les superfícies improductives, on entren roquissars, pedreres i superfícies urbanes, o les zones humides (margjals i fons de barranc).

### Descripció comparativa de les cobertes del sòl

El producte temàtic resultant de l'estudi de Menorca és una cartografia amb 12 classes de cobertes del sòl. La seva distribució entre Migjorn i Tramuntana és ben diferent (Fig. 19.1), prova dels importants condicionants que el substrat físic ha imposat als usos del sòl. L'àrea de Migjorn comprèn 373 km<sup>2</sup> de superfície i 238 km de perímetre, a la resolució espa-

cial de 30 m indicada i comptant la línia divisòria que separa les dues comarques pel mig de l'illa. La comarca de Tramuntana és més petita en extensió, 322 km<sup>2</sup>, però té un perímetre més desenvolupat, de 266 km. Les cobertes dominants al Migjorn són les màquies obertes (25%), seguides dels conreus en sòls primers (21%), conjunt que dona la fisonomia característica d'aquesta àrea. A Tramuntana hi ha una repartició més equitativa, amb una quasi equidominància de pinedes (18%), màquies baixes denses (16%) i cultius en sòls profunds (16%), aquests darrers distribuïts bàsicament entorn de 4 regions: es pla Verd, es plans d'Alaior, es pla de Favàritx i es Martinells, al nord d'Es Mercadal. Agrupant en categories naturals més àmplies (Taula 1), la comarca de Tramuntana gaudeix d'una elevada proporció de vegetació forestal i arbustiva (47.8%), formacions que són francament minoritàries a Migjorn, on domina l'alternança de conreus, màquies obertes i pastures.

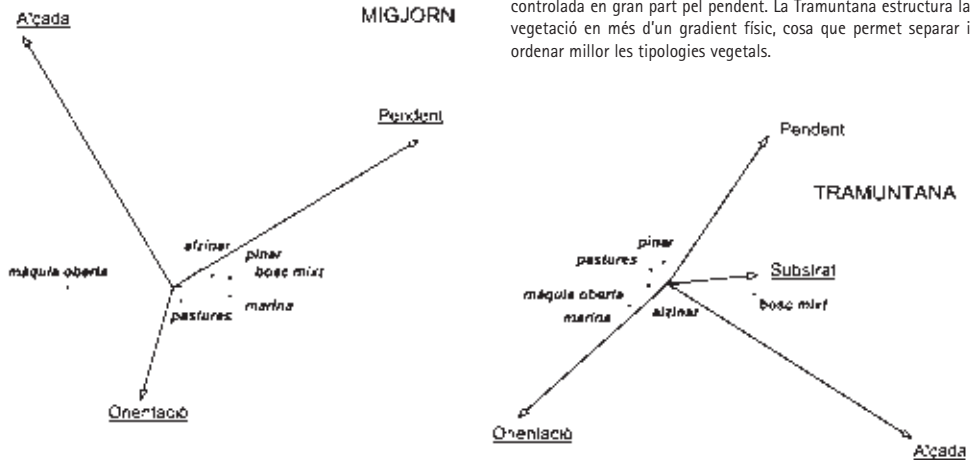
	Migjorn	Tramuntana
bosc i màquia densa	16.7	47.8
màquia oberta i pastures	32.4	15.7
conreus	36.1	24.3
pastures margjals	2.2	0.1
roquissars i urbà	12.2	11.9
zones humides	0.5	0.3

Taula 19.1. Percentatge de la superfície del territori coberta per a cada una de les tipologies d'ús de la Fig.1, agrupades en unitats naturals més àmplies.

### EL PAPER DEL RELLEU

La distribució actual de cobertes del sòl és un resultat que té un fort component històric. L'estudi de les relacions entre cobertes i aspectes físics del terreny té, d'entrada, unes limitacions evidents a l'hora d'establir una causalitat. Per exemple, les fronteres actuals que separen les classes d'hàbitat en certs casos es deuen a l'avenç o retrocés de fronteres preexistents (avenç agrícola per roturació del bosc limítrof, per exemple). Aquesta autodependència o autocorrelació dels processos espacials, els fan difícils d'abordar estadísticament. En tot cas són

Fig. 19.2. Gradients físics que permeten ordenar la distribució dels tipus de vegetació natural, a Migjorn i Tramuntana. Les fletxes clares i subratllat indiquen la importància del factor que determina el gradient. Les fletxes fosques indiquen la posició de cada tipus de vegetació en relació als gradients. El Migjorn es caracteritza per una oposició entre màquia oberta i la resta de formacions vegetals, controlada en gran part pel pendent. La Tramuntana estructura la vegetació en més d'un gradient físic, cosa que permet separar i ordenar millor les tipologies vegetals.



susceptibles d'una exploració descriptiva i comparativa, encara que no predictiva, sigui quin sigui el pes dels factors històrics. En aquest sentit, s'ha fet una anàlisi estadística exploratòria dels trets principals que relacionen la distribució de la vegetació natural i els elements del substrat i topogràfics bàsics del territori, a fi d'obtenir uns patrons molt generals diferenciadors de les comarques de Migjorn i Tramuntana.

L'anàlisi duta a terme és una ordenació de la presència/absència d'una coberta natural en relació als paràmetres d'orientació, pendent i alçada de la parcel·la on s'ubica, com també del caràcter permeable o impermeable del substrat litològic, en el cas de Tramuntana. L'anàlisi s'ha fet conjuntament per a totes les cobertes de vegetació, és a dir, l'estudi de la relació de dependència dels tipus de vegetació respecte als condicionants topogràfics, seguint un model lineal de regressió multivariant conegut com anàlisi de redundàncies (Legendre i Legendre, 1998). Per a dur a terme l'anàlisi s'ha mostregat tant la imatge classificada com les capes topogràfiques derivades del model d'elevació digital. El mostreig ha consistit en generar 10000 mostres aleatòries estratificades per a tot el territori de les quals s'han escollit les que cobrien àrees de vegetació natural, amb el

resultat de 1089 punts independents a Migjorn i 1122 a Tramuntana.

Als gràfics obtinguts (Fig. 19.2) s'observen els eixos principals d'ordenació dels tipus de vegetació al llarg de gradients ambientals, definits aquí per les variables físiques esmentades, de manera que es poden interpretar els principals trets diferencials entre Migjorn i Tramuntana. Així, a Migjorn les tipologies de vegetació de caire forestal (alzinar, pinar, bosc mixt) estan estretament vinculades entre sí i relacionades amb el pendent: és segurament als pendents moderats i mitjans, ubicats entre la plataforma agrícola i els barrancs, on aquesta vegetació subsisteix, i on actualment, també, es regenera amb la supressió de la llaurada i l'abandonament progressiu del conreu.

A Tramuntana, l'efecte del pendent és menor i la distribució dels diferents tipus de masses forestals està segregada per gradients de condicions relacionats amb l'alçada topogràfica i la permeabilitat del substrat. D'aquesta manera, els boscs mixts d'alzina i pi, i els alzinars s'ubiquen a cotes superiors i en terrenys més permeables que els pinars. La important concentració de boscs mixts damunt els substrats dolomítics del Juràssic, en pot ser un factor de pes a l'hora d'explicar aquesta segregació.



Les formacions naturals no forestals, com les marines o màquies tancades denses, com també les màquies obertes, es distingeixen bé a Migjorn per un gradient on intervenen el pendent i l'alçada, de manera que les màquies obertes ocupen terrenys més alts i sense pendent, i les marines denses acompanyen les formacions forestals amb la seva prevalença sobre terrenys amb pendent. A Tramuntana, aquesta discriminació no és palesa i ambdós tipus de cobertes arbustives prevalen sobre terrenys impermeables de pendent baix i assolellats. Pel que fa a les pastures, que engloben guarets i altres cobertes poc arbustives dominades per l'estrat herbaci, les trobem sobre terrenys de poca alçada sobre el nivell del mar, tant a Migjorn com a Tramuntana.

En conjunt, els diagrames d'ordenació permeten concloure que a Tramuntana els factors ambientals condicionen més la vegetació natural actual i, per aquest fet, els gradients físics considerats delimiten i permeten entendre millor la distribució dels diferents tipus. Altrament, a Migjorn, la distribució dels tipus de vegetació no permet ser entesa tant pels condicionants físics com pel grau d'arraconament a què s'ha vist sotmesa la vegetació natural a les zones amb pendent; en canvi, aquí, els terrenys de poc relleu aprofitats per l'home han quedat transformats en màquies obertes. Queden definits així dos pols d'un gradient en què els processos històrics d'ús del sòl han estat més intensos i determinants en la distribució del paisatge vegetal actual de Migjorn.

### **CANVIS EN LES COBERTES DEL SÒL ENTRE 1984 I 2000**

En treballs previs (Chust *et al.*, 1999) s'han analitzat les tendències de canvi de les cobertes principals del sòl a Menorca entre 1984 i 1992. Es tracta d'un estudi prospectiu de les possibilitats derivades de la resolució espacial i espectral del sensor TM en relació a les característiques i detecció dels processos de canvi temporal que es donen a Menorca.

L'interès del tema radica en que els canvis detectats es poden modelitzar en termes d'una

matriu de transició, amb probabilitats definides a partir de les freqüències relatives dels canvis observats. D'aquesta manera es poden obtenir projeccions futures i descriure els estats estacionaris de les proporcions de cada coberta que resultarien si es mantinguessin les probabilitats de canvi actuals. De fet, però, el càlcul de les probabilitats de transició no és senzill, ja que depenen també del context espacial (Turner, 1987) i la matriu de transició consistiria realment en una estima de la probabilitat condicionada per les cobertes veïnes (Chust *et al.*, 1998). Efectivament, en la majoria dels casos, una coberta donada pot ser envaïda i transformada per la coberta adjacent.

A mitjan camí en la pretensió de construir una matriu de transicions per a Menorca, amb probabilitats de canvi *a priori* més realistes, és possible regionalitzar les transicions, construint matrius de canvis d'usos per a subunitats geogràfiques que agrupin les àrees amb tendències o "vocacions" de canvi més homogènies, singulars i diferenciadores de la resta del territori. Així, Pretus i Chust (1998) van estimar matrius de canvis entre 1984 i 1992 per a cada una de les capes que representaven períodes geològics de Menorca, agrupant-ne posteriorment les matrius més similars, és a dir, amb valors més semblants en la distribució de probabilitats de canvi, comparades d'una en una. Com a resultat, s'establiren quatre unitats paisatgístiques majors: (1) un conjunt que agrupa materials sedimentaris paleozoics i al·luvionars quaternaris; (2) els afloraments cristal·lins intercalats en la sèrie paleozoica i els materials arenosos quaternaris, dunes i platges; (3) el conjunt de materials de la sèrie permotriàsica, i (4) els materials del Juràssic i del Miocè. D'aquestes, la unitat 2 es mostra com la més inestable, amb baixes probabilitats que les cobertes del sòl conservin el seu caràcter. Les unitats 1 i 4 tenen un règim de transicions mútuament diferenciat –una aparent major dificultat de regeneració del bosc a la unitat 1, però no en la 4, per exemple–, però, en conjunt, una estabilitat moderada envers els canvis d'usos. I la unitat 3 és la que gaudeix de major estabilitat, més resistència a canviar de categoria d'ús. Aquesta unitat bàsicament conté els

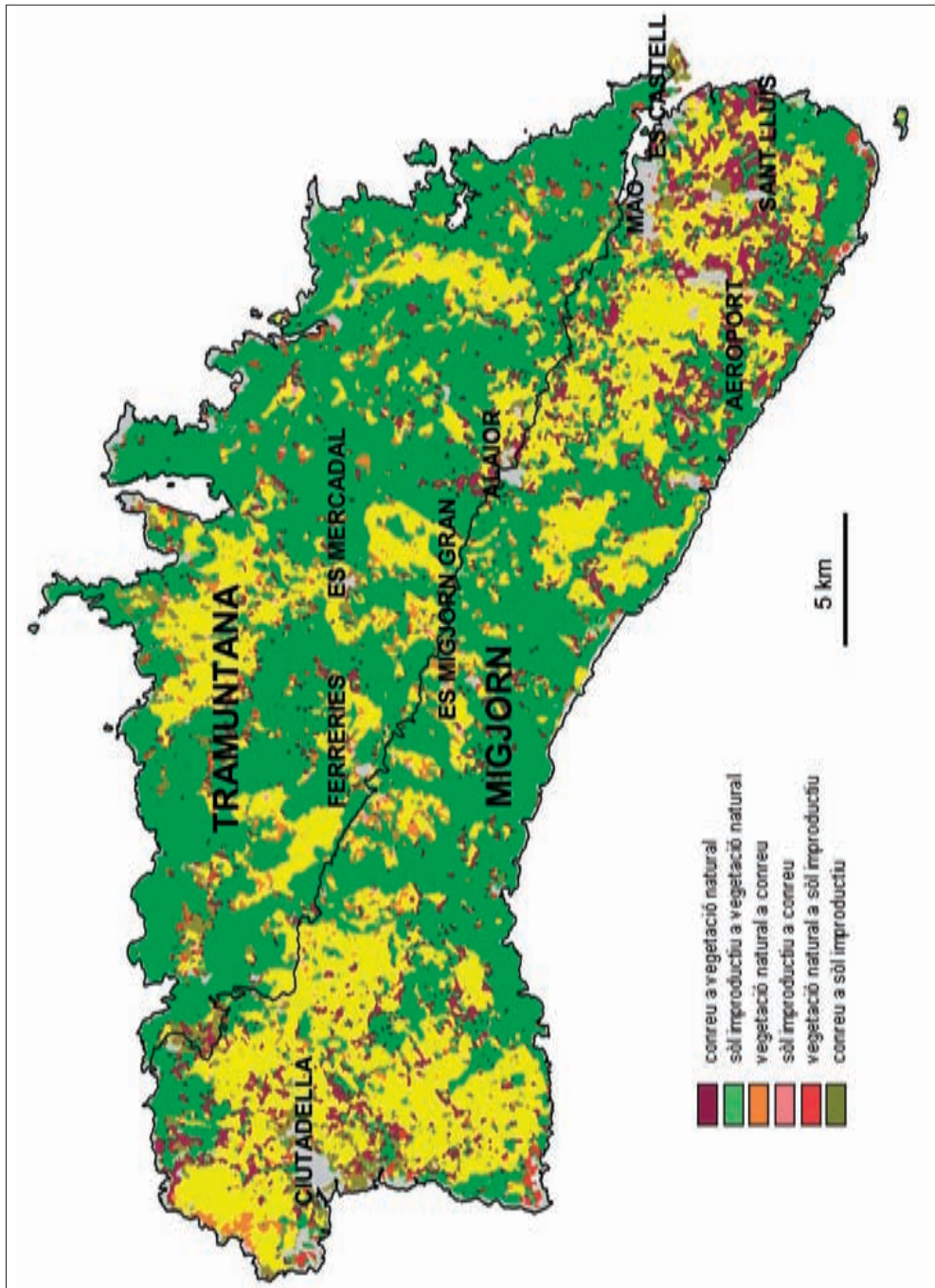


Fig. 19.3. Canvis en les cobertes del sòl entre 1984 i 2000 a Menorca. A partir de tres tipologies bàsiques: vegetació natural, conreu i sòl improductiu. S'ha aplicat un filtre modal de 5 x 5 píxels per tal d'eliminar el soroll i remarcar les principals tendències. Resolució de 150 m.

paisatges agroforestals ubicats damunt els gresos vermells. Aquests foren considerats els més ben conservats (Pretus i Chust, 1998), en relació a la major maduresa ecològica que havia de suposar el fet de mantenir-se més semblants a si mateixos al llarg del temps.

A la pràctica, la identificació de canvis en els usos del sòl, sense propòsits de modelització, és per si mateix un objectiu d'interès, com l'anàlisi d'un interval de setze anys que es mostra aquí, a base de comparar les classificacions de les cobertes del sòl sobre dues imatges TM de juliol de 1984 i de 2000. Per tal de minimitzar fonts d'errors provinents de comparacions píxel a píxel inexactes, degudes als errors de correspondència geogràfica entre imatges, o dels criteris de classificació utilitzats per a cada imatge, s'ha procedit a una fusió de la llegenda inicial de 12 classes, fins a obtenir-ne una amb només tres grans tipus de cobertes: (1) vegetació natural i pastures, (2) conreus en

actiu i (3) sòl improductiu (zones urbanes, roquissars).

Una vegada elaborats els mapes temàtics en tres grans tipus de cobertes per a 1984 i 2000, es procedeix al seu creuament i a la detecció d'àrees que han canviat d'ús. Posteriorment, per a cadascuna de les sis transicions possibles d'un ús a un altre, s'ha realitzat un estudi de les classes inicials de major resolució temàtica que hi són involucrades, per tal de caracteritzar el tipus de transició subjacent.

La Fig. 19.3 mostra la distribució dels canvis entre les dues dates esmentades. El balanç global fa que la superfície de vegetació classificada com a natural hagi augmentat un 8%, però aquest valor no és equitatiu si es desglossa per comarques, ja que la de Migjorn experimenta molt més augment (17%) que la de Tramuntana (0.8%). Aquesta diferència geogràfica s'acompanya d'una disminució en la superfície dels conreus: una disminució global del

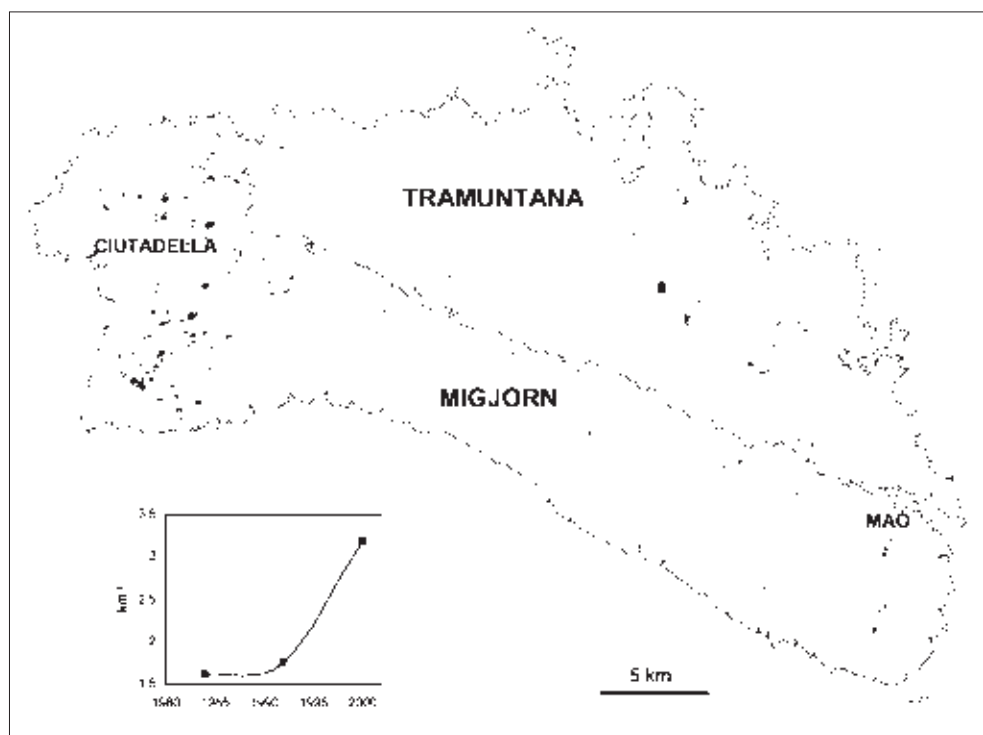


Fig. 19.4. Distribució dels regadius a Menorca (juliol de 2000) i estima de la superfície total irrigada el mes de juliol de 1984, 1992 i 2000.

17% a tota l'illa, repartida entre un 13% a Tramuntana i un 20% a Migjorn. La superfície improductiva illenca ha augmentat entorn d'un 40-50%. Hi ha més incertesa en aquesta darra-  
ra estima, a causa de les confusions en la clas-  
sificació d'àrees amb usos marginals a l'interior  
de l'illa. Tot i això, els canvis més evidents es  
deuen sobretot a l'augment de superfície urba-  
na perifèrica, inclosos els polígons industrials,  
i a la construcció de vials i superfície urbanit-  
zada a la costa.

La dinàmica d'usos del sòl que s'observa a  
l'illa té com a principals agents causals l'aband-  
onament del camp, la intensificació dels rega-  
dius i la urbanització. Pel que fa a l'abandona-  
ment del camp, no està repartit arreu per igual.  
Sectors agrícoles pròxims a l'àrea Maó-Sant  
Lluís-Es Castell i alguns entorn de Ciutadella  
han estat més actius en el procés de transfor-  
mació dels conreus en màquies obertes, sobre-  
tot en superfícies d'ullastrar baix, que ràpida-  
ment colonitza els camps que ja no són llaurats.  
Per altra banda, el procés invers de rota-  
ció de noves àrees és molt més imprecís, i  
possiblement es confon amb la simple rotació  
de camps en guaret.

La superfície de regadius, que són de fàcil  
classificació per la signatura espectral que els  
caracteritza, permet una avaluació un poc més  
segura de com ha anat estenent-se pel territori

illenc, i en especial el migjornenc, que és el  
que ha sofert un procés de canvi més estès,  
principalment a la zona agrícola de Ciutadella.  
A la Fig. 19.4 es mostra la superfície irrigada  
estimada en tres períodes de temps, donat que,  
a les imatges ja comentades de 1984 i 2000, s'hi  
ha afegit l'anàlisi d'una imatge de juliol de  
1992. Les dades permeten adonar-se que la  
superfície irrigada ha crescut de manera expo-  
nencial en aquest període.

### PERSPECTIVES EN ECOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ DE PAISATGES CULTURALS

La comprensió de l'estructura del paisatge  
de Menorca, dels factors físics i topogràfics que  
determinen part dels patrons de fragmentació  
dels seus hàbitats naturals, com també l'ava-  
luació dels canvis en els usos del sòl, determi-  
nats pels condicionants socioeconòmics, consti-  
tueixen les bases per a la conservació de la  
biodiversitat a escala territorial. Com ja hem  
referit a la introducció, cal un esforç tant anàliti-  
c com de síntesi entre les disciplines d'anàlisi  
territorial i de l'ecologia que permeti abordar  
amb prou base empírica les complexes interre-  
lacions que determinen la riquesa biològica  
dels paisatges culturals, constituïts per frag-  
ments d'hàbitats naturals i antròpics.

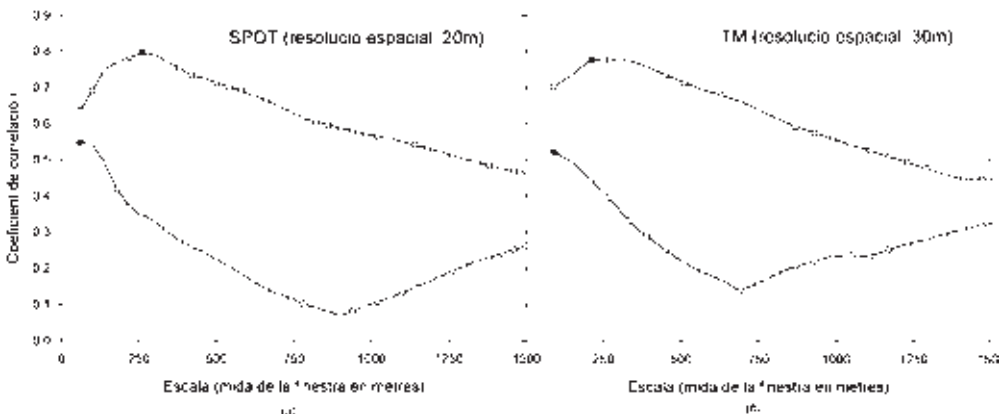


Fig. 19.5. Valors del coeficient de correlació lineal entre la riquesa d'espècies i l'estructura del mosaic d'hàbitats per a dos grups d'artròpodes, per a diferents escales espacials, testats independentment a partir de la informació extreta de dos sensors òptics (Spot i TM). En cercles, espècies de dipteres; en rectangles, espècies d'homòpters. En símbols plens s'assenyala l'escala més significativa de màxima resposta. Modificat a partir de Chust *et al.* (2003a)

Dins d'aquest context, un dels problemes més rellevants és el de l'escala espacial. La mobilitat individual de cada espècie, la durada i el tipus de cicle vital, i les dependències interespecífiques, condicionen l'escala espacial que utilitzen els individus d'una espècie. És d'esperar, per tant, que els grups d'organismes amb una ecologia semblant responguin a escales definides i diferents de les d'altres grups (Fig. 19.5). Per exemple, en una anàlisi de taxocenosis d'insectes en diferents tipus de mosaics, hem constatat altres respostes, en intensitat i en amplitud, respecte a l'escala, en quant a la composició de les espècies de diferents grups funcionals (Chust *et al.*, 2003a, en premsa). En particular, les espècies de dípters amb larves depredadores mostren respostes més intenses i nítides a escales majors que les espècies de dípters fitòfagues i sapròfagues. És a dir, els dípters depredadors són sensibles a paràmetres de composició i estructura del mosaic d'hàbitats per a àrees més grans (uns pocs centenars de metres de costat). En canvi, les espècies no depredadores responen a escales molt més petites: la seva composició i, de retruc, la riquesa d'espècies, depenen d'allò que s'esdevé en un radi de poques desenes de metres entorn de l'àrea mostrejada.

En certa manera aquests i d'altres estudis van revelant com les unitats de percepció paisatgística a escala humana no són necessàriament les més adequades per a entendre la distribució de la biodiversitat als hàbitats locals. El concepte convencional de paisatge, tal com s'entén a vista d'ocell, no sempre és el més idoni. Cada grup taxonòmic percep a la seva manera l'estructura de taques homogènies separades per fronteres d'altres unitats, i això s'esdevé tant a escales com a nivells de percepció diferenciats (Fig.19.6). Establir empíricament aquestes escales òptimes de resposta permet també afrontar el problema pràctic d'elaborar mapes de cartografia potencial de les espècies a partir de funcions de calibració apropiades (Fig. 19.7) (Chust *et al.*, 2003b).

Les conclusions d'aquesta línia de recerca van en el sentit de remarcar la importància

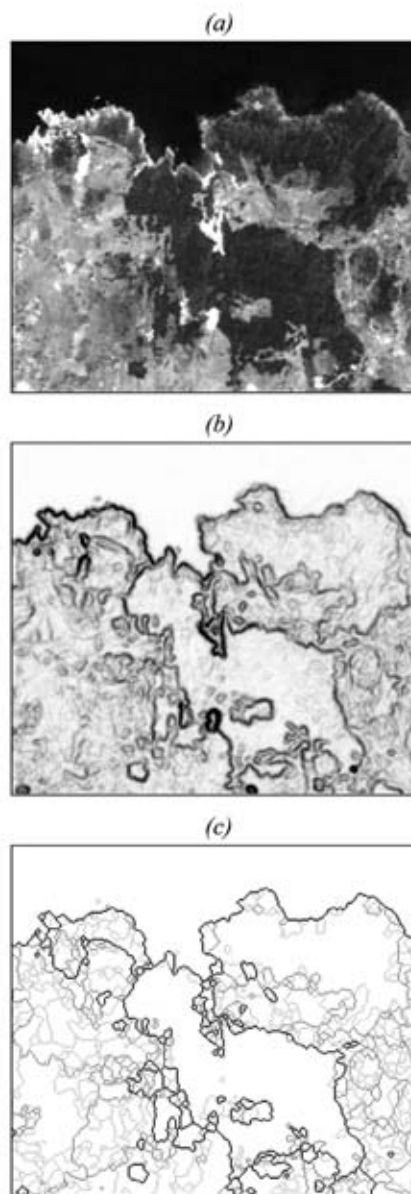


Fig.19.6. Etapes en la segmentació d'una imatge per tal de detectar diferents categories de fronteres que separen tipus d'hàbitat. (a) detall de la zona limítrof entre els materials de Migjorn i Tramuntana a la zona de la Vall-cala Morell (banda 2, verda de TM). (b) Mapa d'intensitat de fronteres; la intensitat del to és proporcional al grau de contrast radiomètric entre àrees veïnes, és a dir, separen cobertes més diferenciades. (c) Imatge segmentada i selecció de tres nivells de més a menys contrast (gris a negre); el grau d'heterogeneïtat del mosaic d'hàbitats queda palès per la densitat de fronteres de diferent contrast.

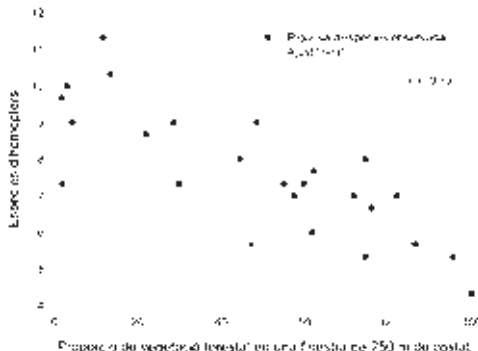


Fig. 19.7. Valor predictiu de la riquesa d'espècies d'insectes homòpters derivat d'un indicador paisatgístic (proporció d'àrea forestal) a l'escala de màxima resposta (250 m). A partir d'una imatge SPOT. Modificat a partir de Chust et al. (2003a).

de reconèixer que els hàbitats d'un determinat territori s'estructuren, per raons físiques i històriques, al llarg d'una franja d'escala espacial. En una finestra més o menys definida d'aquest rang d'escala, és on els grups d'organismes responen, pel que fa a la seva composició específica i, en part, a la seva distribució d'abundàncies. Com a conseqüència, hi ha una determinada biodiversitat de cada grup taxonòmic-funcional d'organismes, de cada gremi ecològic. La riquesa d'espècies que hom amida fent inventaris és conseqüència d'aquest entramat en què les diferents escales, en síntesi, contribueixen a la sostenibilitat de la biodiversitat regional. La recerca ecològica hauria, doncs, d'identificar les escales més rellevants, per tal d'assegurar que les propostes de gestió i protecció de l'estructura d'hàbitats d'un territori, de la qual depèn la biodiversitat, siguin ajustades i eficaces en relació a allò que pretenen preservar.

### Agraïments

Volem dedicar aquest treball a Guillem Orfila, inspirador del projecte Reserva de la Biosfera de Menorca. Els autors s'han beneficiat de la lectura i comentaris sobre el manuscrit original fets per Joan J. Fornós, Biel Obrador i Agnès Canals.

### BIBLIOGRAFIA

- BASCOMPTE, J. i SOLÉ, R.V. 1996. Habitat fragmentation and extinction thresholds in spatially explicit models. *Journal of Animal Ecology*, 65: 465-473.
- BUREL, F. i BAUDRY, J. 2002. *Ecologia del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 347 pp.
- CHUST, G., DUCROT, D. i PRETUS, J.LL. 1998. Spatio-temporal analysis for characterizing the landscape of the Biosphere Reserve of Menorca (Spain) using remote sensing data. *Proceedings of the EUROPTO Conference on Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology*. Barcelona. SPIE 3499: 214-223.
- CHUST, G., DUCROT, D., RIERA, J.LL. i PRETUS, J.LL. 1999. Characterizing human-modelled landscapes at a stationary state: a case study of Minorca, Spain. *Environmental Conservation*, 26(4): 322-331.
- CHUST, G., DUCROT, D., BRUNIQUÉL, J. i PRETUS, J.LL. 2000. Capabilities of ERS sensor for Mediterranean vegetation detection using multi-temporal data. *Proceedings of the EUROPTO Conference on SAR Image Analysis, Modelling and Techniques*. Barcelona. SPIE 4173:1-12.
- CHUST, G., PRETUS, J.LL., DUCROT, D. i VENTURA, D. 2003a. Scale dependency of insect assemblages in response to landscape pattern. *Landscape Ecology* (en premsa).
- CHUST, G., PRETUS, J.LL., DUCROT, D., BEDÓS, A. i DEHARVENG, L. 2003b. Response of soil fauna to landscape heterogeneity: determining optimal scales for biodiversity modeling. *Conservation Biology*, 17(6): 1712-1723.
- CONGALTON, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37: 35-46.
- DEFRIES, R.S. i BELWARD, A.S. 2000. Global and regional cover characterization from satellite data: an introduction to the Special Issue. *International Journal of Remote Sensing* 21: 1083-1092.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on Biodiversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 34: 487-515.
- FORMAN, R.T.T. 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge. 632 pp.
- HANSKI, I. 1994. Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and evolution*, 9: 131-135.
- LEGENDRE, P. i LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier. Amsterdam. 853 pp.
- LOEW, S.S. 2000. Role of Genetics in Conservation Biology. In: Ferson, S. i Burkman, M. (eds.). *Quantitative methods for conservation biology*: 226-258. Springer-Verlag. New York.
- PRETUS, J.LL. i CHUST, G. 1998. The assessment of the spatial heterogeneity of land cover changes using a loglinear model, in a small and geologically heterogeneous island. *Proceedings of the GCTE-LUCC Open Science Conference on Global Change for Agriculture, Ecosystems and Hydrology*. Barcelona.
- RISSE, P.G., KARR, J.R. i FORMAN, R.T.T. 1984. *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Special Publications, 2. Illinois Natural History Survey. Champaign.
- SHOSHANY, M. 2000. Satellite remote sensing of natural Mediterranean vegetation: a review within an ecological context. *Progress in Physical Geography*, 24(2):153-178.
- TUCKER, C.J., GAITLIN, J.A. i SCHNEIDER, S. R. 2000. Monitoring vegetation in the Nile Delta with NOAA-6 and NOAA-7 AVHRR imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50: 53-61.
- TURNER, M.G. 1987. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of 3 transition models. *Landscape Ecology*, 1: 29-36.
- TURNER, M.G. i GARDNER, R.H. 1991. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In Turner, M.G. i Gardner, R.H. (eds.). *Quantitative Methods in Landscape Ecology*: 3-14. Springer-Verlag. New York.

# ELS ENSENYAMENTS FISIAGRÀFICS DE LA TOPONÍMIA

## Genèrics orogràfics del Migjorn

Antoni Ordinas Garau

*Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears*

### INTRODUCCIÓ

Després d'una primera etapa, que creiem ja superada, en què des de la ciència geogràfica s'hagué de reivindicar el paper i la tasca dels geògrafs a les tasques de recopilació, estudi i anàlisi de la toponímia, en tant que instrument per a conèixer el territori, actualment, tret de raríssimes excepcions (Binimelis i Ordinas, 2002), s'ha assumit, com a conseqüència de la interdisciplinarietat que és inherent a l'estudi dels noms de lloc, l'estreta relació entre la geografia i la toponímia que va molt més enllà de la tradicional utilitat de simple, però valuós, component cartogràfic.

De més a més, si ens cenyim a l'àmbit de les illes Balears, la trajectòria efectuada pel binomi geografia-toponímia al llarg de les dues darreres dècades resulta, almenys, espectacular: nombrosos geògrafs han participat a la recol·lecció de la microtoponímia illenca que ha fructificat en múltiples publicacions, organització de jornades i congressos, impartició de cursos i seminaris, a més de la confecció de mapes toponímics i topogràfics.

Dins aquest context engrescador, tampoc hi han mancat les obres que han intentat sistematitzar la informació extensa i diversa de la toponímia des d'un punt de vista geogràfic

(Ordinas, 2002). Ens referim, concretament, al de la terminologia geogràfica que palesen els noms de lloc. Una informació a l'abast, però que paradoxalment rares vegades havia cridat l'atenció, o l'esforç, dels geògrafs balears. No obstant això, no podem dir que es tracti d'una temàtica que hagi passat desapercibuda en altres indrets. Carl Sauer (1889-1975), professor de geografia a la Universitat de Berkeley, ja afirmà que "el vocabulari geogràfic i la toponímia de cada idioma formen un substrat de saber que encara ha de ser explotat, tant per a la identificació de varietats dels fenòmens que estudiam com per a visions culturals comparatives".

Seguint aquesta línia i tal com indica el títol del present capítol, pretenem mostrar, a tall d'exemple, el profit que de la toponímia en podem obtenir en tant que excel·lent descriptor del territori perquè, coincidint amb Rosselló Verger (1999), no hi ha res més geogràfic que el concepte i la paraula *tópos*, present a la denominació erudita dels noms de lloc. Així doncs, el nostre objectiu és tan simple com el de mostrar els genèrics toponímics referits a l'orografia, interior i litoral, que hem localitzat en aquesta comarca o regió física del Migjorn de Menorca, que res no té a veure en la tradicional bipolarització Maó/Ciutadella que és la que regeix l'illa des de la perspectiva de l'activitat humana, tant a nivell polític

com administratiu i econòmic. Entorn a aquests dos pols oposats –i no només geogràficament– s'han format sengles *binterlands*, la primacia dels quals ha pendulat històricament. No deixa de ser curiosa aquesta doble dicotomia (tramuntana-migjorn, llevant-ponent) a l'illa balear de silueta més regular, geomètricament parlant i malgrat el notori arqueig cap al sud-est. A l'hora, però, de delimitar el Migjorn menorquí que sembla sorgir pel simple contrast amb els materials geològics que conformen la Tramuntana, no ho podem fer si no és a partir de l'eix Maó-Ciutadella que bàsicament es materialitza a través de la carretera que enllaça ambdues ciutats seguint les ginyes de l'antic camí d'en Kane, tot travessant sa Mitjanja.<sup>1</sup>

La font toponímica utilitzada ha estat la resultant de la recopilació per a vestir el *Mapa Topogràfic Balear* a escala 1:5.000. Aquesta

<sup>1</sup> Zona interior de Menorca, allunyada de la costa Nord i de la costa Sud; i especialment, part interior dels termes de Maó, Alaior i Ciutadella.

tasca fou duta a terme el 1990 per un reduït equip del Departament de Ciències de la Terra de la UIB, del qual qui subscriu en fou membre actiu. Més concretament, hem emprat el conjunt de noms de lloc recollits en els fulls directors 646, 647 i 673, excepte els 646/8-1 i els 1-1, 1-2, 1-3, 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 4-2, 4-3, 4-4, 5-3 i 5-4 del full 647, el que en total sumen 3.516 topònims, el 53,6% dels arrellegats a tota l'illa. A més d'un exhaustiu treball de camp que comportà l'entrevista a gairebé dos-cents informants, també s'aprofità l'arrellega prèvia realitzada per Josep Mascaró Passarius (1946-51) i José I. Seguí Chinchilla (1983) en sengles mapes toponímics.

Seguidament, a través dels genèrics o apel·latius toponímics extrets dels noms de lloc del Migjorn de Menorca, podem descobrir els principals trets d'aquest territori i del seu paisatge acomplint fidelment aquella màxima de descriure la terra, que és present a l'etimologia del propi concepte de la geografia.



Fig. 20.1. El terme barranc ja apareix documentat a Menorca en el segle XIV. A la fotografia el barranc d'Algendar.



## GENÈRICS ORONÍMICS DE L'INTERIOR

Dins el conjunt dels apel·latius físics del territori, bona part corresponen als oronímics. La descripció orogràfica copsada a través d'aquest genèrics no només ens permet identificar qualsevol accident del relleu sinó que també sovint ens apropa a les seves formes mitjançant el recurs de la metàfora. Si atenem als termes que fan referència al relleu negatiu, hi podem diferenciar entre els que designen depressions allargades, arrodonides o elevades. Entre les primeres cal destacar el barranc, tal volta la geofoma més característica del Migjorn menorquí:

**Barranc** (m): Terme antic que ja apareix documentat a Menorca en el segle XIV (Anònim, 1987), definit com una depressió profunda produïda per les aigües corrents o de pluja en la terra, especialment en materials fàcils d'erosionar. Es tracta, com es pot deduir, d'un terme ambivalent o polisèmic, puix dóna nom tant al corrent d'aigua com a la forma excavada del llit, la qual pot variar en funció de diversos factors tals com la composició del sòl i la força i permanència de la correntia. El resultat n'és el barranc, caracteritzat per parets verticals abruptes i generalment de considerable altura, i un fons més o menys pla que es va eixamplant a mesura que s'acosta a la desembocadura. Els materials més propensos a la formació de valls d'aquestes característiques són les anomenades calcarenites miocèniques, producte de la sedimentació bioclàstica marina. Les parets d'aquests barrancs solen estar farcides de formes càrstiques, essencialment coves i balmes. També apareix el diminutiu **barranquet** i, de més a més, segons Coromines, els topònims dels llocs *Albranca* i *Albraxella* en són mossarabismes derivats.

Exemplars toponímics del Migjorn són: *barranc d'Algendar* (Fig. 20.1), *barranc d'Algendaret*, *barranc de Cala en Porter*, *barranc de Cala Escorxada*, *barranc de Llucalari*, *barranc des Rafalet*, *barranc de Trebalúger*, *barranc del Rei*, *barranc de sa Cova*, *barranc de Santa Mònica*, *barranc d'en Rellotge*, *barranc des Lloc Nou des Fasser*, *es Barranquet*, *barranquet de Dalt*...

**Canal** (m): Espai de terreny estret i llarguer entre dues elevacions, depressió amb desnivell considerable, que dóna pas a les aigües per a l'evacuació de les pluges. És forma usual a Menorca on equival en sentit i freqüència al comellar mallorquí. Al Migjorn de Menorca també hem localitzat les formes **canaló**, **canalet** i la femenina **canalofa**.

*Canal de ses Arboceres*, *canal Salat*, *canal de Binibò*, *canal Gran*, *canal des Tarongers*, *canal de Baixamar*, *canal de ses Relles*, *canaló de Sant Miquel*, *canaló de Cala en Bosc*, *canaló de ses Mates*, *canaló de sa Torreta*, *es Canalet*, *canalet Amagat*, *canalet de na Blanca*, *sa Canalofa*...

**Coma** (f): Depressió més o menys pregona i planera en terreny de muntanya. Segons el *Diccionari Català-Valencià-Balear* (DCVB), a Menorca 'coma' ja no és paraula viva. I efectivament es tracta d'un terme amb molt escassa representació toponímica al Migjorn.

*Sa Coma*, *ses Cometes*, *Comerma de sa Punta*...

**Regana** (f): Petita vall o congost. També encletxa o fissura en una roca. En qualsevol cas, es tracta d'un antic apel·latiu d'origen celta (de "rega", solc), segons Coromines. També apareix el diminutiu **reganeta**.

*Regana des Cans*, *sa Reganeta*...

**Torrent** (m): La presència d'aquest terme dins aquest grup es deu a la seva ambivalència perquè, de més a més d'identificar un curs d'aigua temporal, per extensió també designa la depressió del terreny (barranc, pendís) que constitueix el llit, gairebé sempre sec, d'aquest curs d'aigua ocasional. Tot i aparèixer a la toponímia migjornenca, no és comparable amb l'abundància amb què es troba a Mallorca i les Pitiüses.

*Torrent de sa Marina*, *torrent de Son Boter*, *torrent de Son Granot*, *torrent de Son Gras*...

El grup de termes amb què es designen les depressions arrodonides queda reduït als de clot i la variant dimensional, clota.

**Clot** (m): Amb un origen presumiblement metafòric, aquest terme anomena un lloc baix voltat d'elevacions o, dit d'una altra manera, la depressió habitualment més ampla que fonda. També pot referir-se a una articulació de la costa elevada respecte al nivell de la mar, com és el cas del *clot de sa Cera* (Ciutadella) o el *clot des Ases* (Maó).

*Clot de sa Murta, clot d'en Móra, clot de les Índies, clot des Rucs, clot d'en Magister, clot des Bou, clot de s'Hort Nou...*

**Clota** (f): Femení dimensional utilitzat per a referir-se a un clot gran o a un terreny enclotat.

*Sa Clota...*

En canvi, no hem detectat, dins l'àrea del Migjorn, cap representant de la terminologia de les depressions elevades: ni l'usual i geogràficament estès **coll**, ni la **sella**, tan específicament menorquina.

Pel que fa a les denominacions del relleu neutre –accidents del terreny que, tot i presentar una morfologia molt diversa, tenen en comú la no pertinença ni al relleu positiu ni al negatiu–, distingirem entre les que descriuen la verticalitat, les que destaquen la inclinació, les que expressen l'horitzontalitat i, finalment, les que donen idea de l'escalonament. Quant a les primeres, com a únics representants de les parets verticals, hem localitzat:

**Espenyador** (m): Terme que també localitzam a la toponímia eivissenca, amb el qual hom fa referència a un estimball o precipici. Crida l'atenció l'associació d'idees que reflecteix el lexema. N'hem trobat un sol exemplar a la costa del Migjorn.

*S'Espenyador.*

**Penya** (f): Tot i que d'entrada designa una gran massa de pedra en el seu estat natural, sembla que també des d'antic correspon a parets verticals on queda al descobert una gran superfície d'aquest material, especialment a la costa.

*Penya Negra, penyes d'Alaior, penyes d'Alparico...*

**Timba** (f): Precipici. Es tracta d'un terme molt rar en el conjunt de les Illes, però que no obstant, enregistram amb certa freqüència a la toponímia menorquina i també a la del Migjorn.

*Ses Timbes...*

Els termes que expressen la desviació de l'horitzontalitat, que és la declivitat o el declivi, en el cas del Migjorn solen anar referits als aspectes clinomètrics de les nombroses prominències orogràfiques. Hi destaca, per la gran freqüència, el **coster**.

**Coster** (m): Pendent gran relatiu a la part lateral d'una prominència orogràfica la qual, per tant, fa costa o rost. A Menorca és on ateny la màxima intensitat, aplicant-se fins i tot a pendents suaus d'ondulacions lleus del terreny. De fet, el DCVB precisa que a Menorca també s'aplica al pendent d'un camp o d'una vinya.

*Coster Nou, es Costeret, coster d'en Miloca, coster Gran, coster de s'Enclova, coster de s'Olivera, coster de na Comerma...*

**Falda** (f): Terme metafòric que indica la part baixa d'una muntanya o altra elevació del terreny, allà on comença la pujada. La seva presència toponímica, dins el conjunt de les Balears, es limita a l'illa de Menorca.

*Falda des Ullastres, falda Nova, falda Blanca...*

**Solana** (f): Terreny en pendent situat cara a migdia, on dona el sol. El terme, per tant, conjumina l'orografia amb l'orientació i exposició solar.

*La Solana...*

Només hem trobat bancal i replà com a representants dels genèrics emprats per a designar l'escalonament del terreny:

**Bancal** (m): Derivat augmentatiu de banc: escalonament en un penyal vertical que, generalment, se situa sobre la costa. És terme rar, però més freqüent a la toponímia menorquina, pel que hi esdevé característic.

*Bancal de So n'Olivaret, punta des Bancal...*

**Replà** (m): Tros pla i horitzontal en un terreny que fa pendent. Es tracta d'un terme de gran familiaritat amb què generalment es fa referència a escalonaments orogràfics de reduïdes dimensions, fet que probablement és la causa que la seva representació toponímica sia inferior al nivell d'ús que assolix a la parla.

*Replà des Barranc...*

Un poc més nombrós és el grup dels genèrics que donen idea d'horitzontalitat.

**Camp** (m): Territori pla. Espai de terra plana destinat a cultiu de sembradura o d'arbres fruiters. Espai descobert relativament pla i situat fora de població que es diu principalment en oposició a ciutat (lloc poblat) i a muntanya (lloc que no és pla) (DCVB, 2). Es tracta, per tant, d'un terme ric en accepcions i matisos, però que en tots els casos hi destaca el significat d'horitzontalitat que conté. També hi trobam el diminutiu **campet**.

*Camp Roget, camp d'Albranca, camp Reial, campet de sa Creu...*

**Pla** (m): Porció de terreny que no presenta elevacions ni depressions considerables. Constitueix, semànticament, el paradigma de la noció d'horitzontalitat. De més a més de la seva usual morfologia substantiva, hi hem d'afegir la no menys corrent funció adjectival, també reflectida abundantment a la toponímia. A la toponímia del Migjorn menorquí també hi trobam les formes dierivades **planet** i **planell**, i el rar augmentatiu **planot**. És un dels genèrics més freqüents a la toponímia del Migjorn.

*Pla Gran, pla Blanc, pla des Boueret, pla de sa Talaia, pla de sa Figuera, pla de s'Avion, pla Bo, pla Verd, pla Estret, pla des Lli, pla des Xorc, pla de s'Era, planell de Sant Pere, planet de ses Figueres, es Planet, plans d'Alaïor, plans d'Algendar, planot des Forn de Calç...*

**Plana** (f): Terreny elevat, entre muntanyes, i més o manco pla; altipla. Sembla tractar-se d'un femení dimensional al ser, en general, les planes de major dimensió que els plans. Malgrat tot, les planes resten lluny a l'hora de

representar l'horitzontalitat del territori i són superades clarament tant pels plans com pels camps.

*Plana des Pou, plana des Bitlo, plana de Santa Rita, plana Llarga, plan de Baix...*

Respecte a la terminologia relativa al relleu positiu, tractarem en primer lloc les majors formes localitzades:

**Mola** (f): Muntanya isolada, de forma massissa, arrodonida i plana al capdamunt, l'extensió de la qual pot ser força variable. Segons el *Diccionari etimològic i complementari de la llengua catalana* (DECLIC), el terme prové de 'moll'.

*La Mola, mola de Sant Adeodat, sa Mola, sa Moleta...*

**Munt** (m): Arcaisme de muntanya. D'escassa presència toponímica, ja no és paraula viva amb aquest significat.

*Munt de l'Àngel...*

**Muntanya** (f): Elevació natural i notable del terreny. És aquest el genèric per antonomàsia i el més usat per a designar una eminència orogràfica, però apareix escassament a la toponímia. Si bé una muntanya es defineix pels conceptes de desnivell i d'altitud, poca cosa més en podem precisar, puix les dimensions varien enormement. Tanmateix, l'ús a la parla d'aquest terme ben poques vegades es correspon amb el mateix genèric toponímic. A la toponímia migjornenca també hi trobam la variant diminutiva **muntanyeta**.

*Muntanya Grossa, muntanya Nova, muntanya Vella, sa Muntanyeta...*

**Puig** (m): Elevació del terreny, més o menys rosta, formant cim, que sobresurt del terreny circumdant (GEC, 18). En principi, un puig no és sinó una muntanya arquetípica, amb un cim ben visible i uns vessants més aviat rostos. No obstant això, a vegades la realitat –en forma de les tòpiques excepcions que confirmen la regla– desmunta aquestes definicions: ens en pot servir d'exemple el puig de Son Tica, al SE de Ciutadella, el qual, tot

i aixecar-se fins a 92 m sobre el nivell del mar, té un desnivell, respecte als voltants, a penes perceptible. Nogensmenys, el Migjorn i també el conjunt de l'illa de Menorca és el territori balear on, amb diferència, més hi escasseja el genèric puig, tan abundant en altres indrets.

*Puig de Santa Magdalena, puig de s'Ermita, Puigmal, puig de Son Tica, puig de sa Font Redona, puig des Bec, Puigmalet...*

**Serra** (f): Conjunt de muntanyes. Al Migjorn de Menorca, com en el conjunt de l'illa, reben aquesta denominació les elevacions muntanyoses del terreny que es drecen més en sentit longitudinal que no pas en amplària, on quasi sempre s'hi detecta la successió de dos o més cims. Les reduïdes dimensions d'aquesta tipologia de muntanyes allargades –que les allunya de la definició més clàssica que s'adequa a la realitat d'altres exemplars situats fora de l'illa– explica que també hi trobem el diminutiu **serreta**.

*Serra d'en Martí, serres de ses Rambles, sa Serreta...*

**Talaia** (f): Prominència, puig, des d'on es pot observar el camp, la mar, etc. i donar avís del que s'hi descobreix. De fet, sembla que aquesta tipologia orogràfica ha pres el nom de l'observatori que s'hi situa al cim o de la qualitat de bon mirador, oferint amples panoràmiques als qui el culminen. També apareix a la toponímia migjornenca la forma **talaieta**.

*Sa Talaia, ses Talaies, talaia d'Artrutx, talaia des Vigia, talaia d'Egipte, talaia Gran, talaia de Torrepatxina (o Torre Petxina), ses Talaietes...*

A un nivell de menor entitat, dins el que podríem denominar morfologies orogràfiques mitjanceres o *meso*, hi trobam el genèric:

**Pujol** (m): Puig petit sense acabament agut. És de gran ús a totes les illes Balears, tot i que Menorca és la que en presenta menor densitat toponímica.

*Es Pujol, pujol d'en Ferrer, pujol de ses Mates, pujol de Davant...*

Entre les formes menors del relleu positiu, n'hi ha que es refereixen a la part superior més enlairada d'una muntanya amb el concepte suplementari de primesa, tal com reflecteixen ben gràficament les metàfores emprades:

**Corona** (f): La part més alta d'una muntanya. Però també i des d'antic té el significat de cim planer i arredonit.

*Ses Coronas, tanca de sa Corona, pla de ses Coronas...*

**Esquena d'ase** (f, sint): Seguint la tendència universal d'aplicar per analogia noms pròpiament de parts del cos a les formes amb què se'ns presenta la natura, com que esquena és també, per extensió, la part superior i convexa d'una cosa, aquest mot funciona així mateix com a sinònim de carena: part superior i convexa d'una muntanya. No podem determinar si la referència a l'animal és directa o passa per reproduir la tipologia de les parets (d'esquena d'à) que també es diuen així per ser rematades en forma punxaguda i de secció triangular. No obstant això, segons Coromines, a Menorca, esquena, tal qual, és gairebé més un sinònim de serrat (muntanya llarga de poca altitud) que de carena de serrat (DECLIC, 3).

Finalment, les dificultats d'enmotlar la diversitat morfològica dels accidents de relleu positius juntament amb l'abundància de nomenclatures, sovint metafòriques, obliga a la seva agrupació en una espècie d'entrada comodí, sota l'epígraf de diversos:

**Bony** (m): Prominència orogràfica de reduïdes dimensions. Diferents autors enriqueixen aquesta definició amb una forma arredonida o massissa.

*Bony d'en Xesc...*

**Castellet** (m): Prominència sovint litoral i en general de poca extensió. També lloc enfilat damunt penyalars. Al Migjorn també hi apareix la variant **castellàs**. Ambdues, de clar origen metafòric, esdevenen autèntics genèrics

que figuren amb relativa freqüència a qualsevol de les Balears, malgrat que no apareguin a cap dels diccionaris consultats. Potser originàriament fessin referència a construccions prehistòriques o a petites fortificacions musulmanes o cristianes (Xamena, 1991) de les quals no en queden indicis, passant, amb el temps, a identificar la protuberància rocosa que en constituïa la base.

*Es Castellet, castellet de Macarelleta, castells des Caparrot, es Castellar...*

**Frare** (m): Metàfora toponímica amb què es designen freqüentment penyals de forma punxeguda o fàl·lica. L'accepció que el defineix com a "mena de columna ciclòpia que sol estar col·locada dalt d'un penyal (Men.)" (DCVB, 6) ens obliga a pensar en una possible relació entre ambdós significats. D'altra banda Á. Galmés (1990), en el capítol dedicat a "Peñas y Montes fractos", afirma que del llatí *FRACU*, passant per *frae* o *fra*, s'arriba a *frare*.

*Es Frare...*

**Penyal** (m): Penya grossa i elevada, generalment aïllada. En alguns indrets fa referència a penya-segats o parets rocoses, motiu pel que els termes penya i penyal són, en conjunt, emprats indistintament per a designar tant una eminència rocosa com la seva paret, ambdós aspectes indiscutiblement lligats a la majoria dels casos en una mateixa realitat orogràfica. S'ha de convenir, tanmateix, que els noms més usuals per a designar les roques grosses aïllades són penya i penyal i, sobretot, el darrer. Perquè tots dos mots fan referència a grossos blocs de pedra i un bloc sol presentar uns límits definits, però en un penyal, la condició d'aïllat sembla ser més imprescindible.

*Penyal de sa Miloca, penyal Vermell, penyal Alt de s'Anglès, penyal des Frare, penyals de Biniguardó, penyal Graciós, penyal de ses Coves, penyal Serrat, penyals de sa Font...*

**Roca** (f): Massa considerable de matèria pètria, especialment la que s'alça a la superfície de la terra o de la mar (GEC, 19). Tant en l'ús comú com en els genèrics toponímics, el nom de roca designa bàsicament els grans

volums de matèria pètria no esmicolada que es troben al descobert a la superfície de la terra, i és per això que indica, en primer lloc, la composició d'un terreny determinat, motiu pel qual és un genèric que s'aplica a qualsevol tipus de relleu. No obstant això i com encertadament indica Moreu-Rey (1982), roca té molt sovint el sentit de penya i penyal, de més a més d'alguns altres.

*Roca de s'Índio, sa roca Tombada, roca des Coloms, roca de s'Escut, roca de s'Aigua, ses roques Llises...*

**Tom** (m): Pronúncia menorquina de **torm**, penyal o elevació del terreny isolada (DCVB, 10). D'escassa representació toponímica, tant a Menorca com a Mallorca, es tracta d'un mossarabisme, tal com revela la terminació en *o* de la variant "tormo" que apareix sovint en altres indrets peninsulars.

*To(r)m de Biniarroí, to(r)m de na Bribona, illot des Torm...*

Menció a part ens mereixen els dos genèrics –dits així amb totes les reserves– següents que trobam únicament i exclusiva a l'illa de Menorca. Es tracta de:

**Capell de ferro** (m, sint): Metàfora amb què es designen a Menorca algunes prominències orogràfiques de mitjancera magnitud. No tenim explicació per l'objecte que donà lloc a la metàfora, tot i suggerint-nos la possibilitat d'un antic elm o casc militar.

**Enclusa** (f): L'exemplar toponímic menorquí (s'Enclusa, amb 268 m d'altitud, constitueix un dels punts més elevats de l'illa) és l'únic a l'àmbit balear. Segons Domingo (1985) "a la toponímia ribagorçana [...] hi ha «encluses»: entre Benavarri i Llaguarres hi ha, per exemple, l'enorme penyal de «l'Enclusa»". Es tracta d'una metàfora, obtinguda per la comparació de la forma de la roca amb l'enclusa o *encruia* del ferrer, segons confirmen Coromines (DECLIC, 3) i també Moreu-Rey (1982): "Segurament per la forma del cap de martell que presenten, algunes configuracions orogràfiques reben el nom de *el Mall*; explicació

vàlida també per a *s'Enclusa*".

També amb un accentuat caràcter menorquí hem de destacar, per acabar amb el conjunt dels genèrics toponímics del relleu interior i del paisatge migjornencs, tres exemplars d'elevada freqüència entre els noms de lloc del conjunt de l'illa. Mentre que el primer fa implícita referència a l'erosió del relleu, el segon ens assabenta de la composició del terreny i d'una qualitat del conradís alhora, i el darrer es pot classificar dins el grup dels apel·latius referits a l'exposició solar aplicats, en aquest cas, també al conradís.

**Mal·lloc** (m, sint): Fòrmula menorquina i de freqüent ús toponímic amb què es designa un terreny accidentat, de difícil accés. Segons Moreu-Rey (1982), les dificultats d'accés al relleu en general són posades en evidència amb designacions com *Mont Aspre, Els Aspres*; o mitjançant l'addició del determinatiu 'mal'.

**Terresnoves** (f, sint): Són abundantíssimes les tanques menorquines (antigues roturacions) identificades amb aquest topònim o la variant diminutiva *ses terres Novetes*, encara que també hi trobam la forma singular: *sa terra Nova, terranova des Pins...*

**Ull de Sol** (m, sint): Lloc on arriben de ple els raigs del sol (DCVB, 10). És un genèric molt corrent a la toponímia de Menorca per a designar les tanques amb molt bona exposició solar.

*S'Ull-de-sol, ull-de-sol de ses Penyes...*

## GENÈRICS ORONÍMICS DEL LITORAL MIGJORNENC

Quan ens acostam al litoral, on la mar esdevé el principal agent modelador del relleu que hi ensopega, cal travessar abans una franja terrestre fronterera clarament identificada, al llarg de tot el perímetre illenc menorquí, amb un genèric abundant a la toponímia:

**Marina** (f): Extensió de terra poblada de

garriga i contigua a la mar, costa de la mar. Possiblement es tracti de l'accepció originària del terme que, amb el temps, hauria perdut la connotació relativa a la proximitat del mar que segurament li donava alguns dels trets que encara conserva, com és ara la de poc fèrtil. És terme freqüentíssim i, per això, característic del Migjorn i de tota Menorca –si bé creiem que adopta més aviat l'accepció fitològica, on hi destaca la massiva presència del pi, enfront d'aquesta, diguem-ne geogràfica– on també abunda la forma diminutiva **marineta**.

*Marina de So n'Olivaret, marina des Siniot, marina de Son Vivó, ses Marines, sa Marineta...*

Per sobre de l'inestable nivell de la mar, hom pot apreciar les formes del relleu litoral negatiu, depressives i d'escassa altura, que faciliten la intrusió de les aigües marines, donant lloc a les inflexions de la costa. Tenen per noms:

**Arenal** (m): Indret cobert d'arena. Platja. Toponímicament destaca força a Menorca.

*Arenal Petit de sa Mesquida, arenal Gran de sa Mesquida...*

**Banyer** (m): Variant masculinitzada de banyera: caló litoral on es banyaven, lloc de banys. És terme amb representació toponímica exclusiva de Menorca i que no recullen els diccionaris.

*Banyer d'en Tremol...*

**Cala** (f): Entrada que fa la mar en una costa brava i que hom aprofita per treure i avarar les embarcacions. És una petita vall fluvial o depressió, envaïda parcialment per la mar per efecte d'una transgressió marina o per un efecte tectònic. És el genèric més estès a totes i cada una de les illes Balears a l'hora de designar una inflexió de la costa, quasi sempre marcada per la major altura dels laterals. A la costa migjornenca també hi trobam els diminutius **caló** i **caleta**.

*Cala Binissafüller, cala de Biniparratx, cala de Sant Esteve, cala des Sac des Blat, cala en Porter, cala en Turqueta, cala Fustam, cala*



Fig. 20.2. El terme *cala* designa una entrada que fa la mar en una costa brava. A la fotografia *cala Mitjana*.

*Galdana, cala Mitjana* (Fig. 20.2), *cales Coves, cales Fonts, caló Blanc, caló de s'Oli, caló d'en Fus, caló d'en Morlà, caló des Vinblanc, caló Fondo, caló Roig, caleta d'en Gorries, caleta des Pilon*s...

**Ferradura** (f): Petita articulació del litoral en forma superior, o més completa, a la semicircular, de clar origen metafòric i d'escassa representació toponímica.

*Sa Ferradura*...

**Olla** (f): Metàfora evident amb què s'anomena una raconada redonenca de la costa o vorera de la mar (DCVB, 7). Encara que és enregistrada toponímicament a totes les Illes, és a Menorca on n'apareixen proporcionalment major nombre d'exemplars. També hi trobam la variant **olleta**.

*Olleta de Trebalúger, ses Olles*...

**Racó** (m): Petit espai de la mar litoral delimitat per un angle de la costa. A Menorca, i la costa de Migjorn no n'és una excepció, sovintreja la versió castellanitzada **rincó** i la derivada **rinconada**.

*Racó Alt i Fondo, racó de ses Avellanes, racó des Barril, racó d'en Rost, racó des Cavall, racó des Pi, racó Fondo, racó des Suros, raconada de Son Vell, rincó d'en Pudent, rinconada des Quatre Rals*...

No volem cloure aquest apartat sense fer menció del topònim *sa Mitja Lluna*, que també mitjançant bella metàfora identifica un relleu litoral negatiu del Migjorn menorquí.

En oposició al grup anterior, resta la part terrestre i, per tant, elevada del litoral, constituïda pels accidents que avancen cap a la mar de forma incisiva:

**Cap** (m): Macroforma litoral, prolongació del terreny dins la mar, generalment d'entitat superior a la punta i el morro. L'origen metafòric del terme indica que agafa el significat d'extrem, que no inclou cap referència morfològica que, en canvi, sí tenen els genèrics punta i morro.

*Cap d'Artrutx, cap de Llebeig, cap de Malpassar, cap d'en Botifarra, cap d'en Font, cap Gros, cap Negre...*

**Cavall** (m): Punta allargassada sota l'aigua (Ribas, 1991). Terme localitzat a Eivissa on també denomina indrets on s'hi troba una petita punta, més alta que llarga, que cau quasi verticalment dins la mar (Ribes, 1993).

*Es Cavall...*

**Esperó** (m): Punta de roca que romp les onades a l'entrada d'una cala, d'un port, etc. (GEC, 10). Terme metafòric del qual en trobam la variant diminutiva **esperonet**.

*S'Esperonet, punta de s'Esperó, baix de s'Esperó...*

**Galera** (f): Prominència generalment litoral i de petites dimensions, baixa i allargada. L'origen és metafòric tal com recull del DECLIC quan diu "...en aqueixos parlars es tracta de l'aplicació translàtica a una gran penya, que s'ha comparat, al mig d'una costa brava o d'una serra penyalosa, a la silueta d'una nau que se'ns atança amenaçadora llevant-se al mig del mar".

*Sa Galera, illot de sa Galera...*

**Morro** (m): Massa de roca o de terra prominent (DCVB, 7). Com a forma litoral, generalment és menys agut que la punta i de menor entitat que el cap.

*Morro Caigut, morro d'Alcalfar, morro de Llevant, morro d'en Toni...*

**Pesquera** (f): Lloc destinat a la pesca per la seva abundància de peix; ja sia paratge de la mar, ja sia de la costa. La denominació de les pesqueres litorals, utilitzada pels pescadors o pescaires de canya pot presentar una variada tipologia formal on no hi sol mancar la

presència d'antropònims.

*Pesquera des Al·lots, pesquera des Comte, pesquera d'en Nebra, pesquera d'en Moreno, pesquera d'en Ritus, pesquera del Diable...*

**Platja** (f): Porció de costa de poca inclinació, formada per acumulació d'arena o per altres materials detrítics (GEC, 18). Etimològicament prové del grec amb el significat de 'costats, flancs' d'on passà a 'vessant, fal·dar' i després 'costa marítima' (DECLIC, 6). Cal recordar que, en el seu significat genuí, el sediment de la platja no és sempre l'arena, d'aquí el genèric arenal per a distingir-ne el matís. Al Migjorn també hi trobam una rara variant: **platjal**.

*Platja Gran, platja de Binigauss, platja de Son Xoriguer, platja des Comte, platja de Punta Prima, platja de Sant Tomàs, platges de Son Bou, es Platjals...*

**Punta** (f): Braç de terra de poca extensió que avança dins la mar, de forma més aguda i baixa que el morro i, generalment, de menor entitat que el cap.

*Punta de Binissaïda, punta de Macarella, punta de na Bruna, punta de na Plana, punta de sa Bateria Amagada, punta de sa Guarda, punta de s'Alzina Dolça, punta de Sant Llorenç, punta de s'Esperó, punta des To(r)ms, punta des Capiroti, punta des Clots, punta des Falcons, punta des Governador, punta des Mabres, punta des Pinar, punta des Tambors, punta Prima...*

Tot i no encaixar perfectament dins el grup anterior, més que res per la connotació de composició del terreny i d'una major o menor duresa pètria, la seva situació litoral ens en permet la inclusió al present apartat. Ens referim a dos genèrics també de regust menorquí:

**Macar** (m): Lloc abundant de macs o petits còdols.

*Es Macar, macar des Canotells...*



**Maressos** (m, pl): Indret costaner, generalment penya-segat, on abunda i aflora aquesta pedra calcarenítica –etimològicament derivada de mar–, emprada per la construcció. És molt més fluix que altres menes de pedra, fet que segurament ha estimulat perquè sigui identificat pel seu propi nom. Segons Coromines es tracta d'un mossarabisme exclusiu de les Illes (DECLIC, 5), que localitzam sobretot a Menorca.

*Es Maressos, maressos de Santa Anna*

Menció a part mereixen les accepcions relatives al relleu litoral aïllat:

**Escull** (m): Roca a flor d'aigua o a molt poca distància de la superfície de l'aigua, perillosa per a la navegació; si bé també pot arribar a designar illots o penyals que sobresurten ben clarament de la superfície de l'aigua. Trobam també a la toponímia migjornenca la variant intensiva **escullot**.

*Escull de Biniquadrell, escull Llarg, escull de sa Sarclatera, esculls de Santa Elena, esculls de sa Mola, esculls Redons, es Escullots...*

**Illa** (f): Porció de terra voltada d'aigua de tots costats.

*Illa de l'Aire, illa Plana, illa del Rei, ses Illetes...*

**Illot** (m): Illa petita i despoblada (DCVB, 6).

*Illot de Binissafüller, illot de sa Barca, illot de sa Sal, illot d'en Marçal, illot des Cagaire, illots de Binibèquer, illots de sa Mesquida...*

Lluny, tal volta, dels genèrics relatius al relleu, però amb una presència toponímica gairebé exclusiva de Menorca, i del Migjorn, no podem deixar de citar el genèric

**Bol** (m): Indret de la mar on es realitza l'acte de tirar o estendre a la mar les xarxes. Pesquera. Eimològicament prové del grec amb significat de tirar, i més encara tirar una xarxa, la xarxa mateixa i allò que s'hi pesca.

*Bol de ses Sírvies, bol Sant, bol d'en Feliu, bol de s'Alga, bol d'en Fosc...*

## A MANERA DE CONCLUSIÓ

Si a través de la toponímia menorquina ja descobrim una illa amb unes característiques que li atorguen no només una personalitat pròpia, sinó també la més nítida i diferenciada –de més a més de preservada– del conjunt de les Balears, en conseqüència també s'hi localitza una terminologia geogràfica amb prou caràcter que, tot i presentar, evidentment, afinitats amb la de la resta de les Illes, no deixa d'aportar elements definidors i prou diferenciadors de la resta de l'arxipèlag. Aquestes qualitats no han de ser, ni de molt, alienes a la comarca del Migjorn, part fonamental d'aquesta reserva de la biosfera. Així doncs, amb l'anàlisi dels genèrics presents en els topònims del Migjorn de Menorca i de la seva freqüència, podem descobrir una clara correspondència entre ells i els trets fonamentals de l'espai on se situen.

Així, i ja de forma preliminar, el baix nivell d'urbanització i rururbanització del paisatge menorquí –almenys en comparació amb la resta de les Balears– queda reflectit a la toponímia que mostra com els genèrics més freqüents palesen els aspectes físics del paisatge. Dos factors són els de major pes a l'hora d'explicar aquesta abassegadora majoria dels orònims: la insularitat, origen d'un important nombre de topònims i genèrics que articulen l'extens litoral, i la intensa accidentalitat del territori: la forta i alterna presència de **plans** i **costers** i la relativa abundància dels grans **barrancs** que solquen el Migjorn. Sobresurt, juntament amb 'barranc', el genèric **canal** que apareix fortament escampat arreu del territori, constituint-se en el màxim representant de les depressions allargades quan no arriben a la magnitud de barranc.

Un altre tret diferenciador del paisatge físic que queda igualment reflectit a la toponímia, és la minsa presència del relleu positiu interior, especialment a nivell de mesotoponímia, sense cap genèric destacat: només una molt discreta representació de **puig**, **pujol** i **serra**.

Per altre costat, no podem deixar d'esmentar algunes accepcions oronímiques

genuïnament menorquines, com **bancal**, **banyer**, **mal·lloc**, **capell de ferro**, **rincó** i **rinconada** que, a vegades, com és el cas de **s'Enclusa**, arriben a ser termes hàpax dins el conjunt del corpus toponímic balear. A molt poca distància n'hi hem de situar d'altres que, si bé són compartides amb Mallorca, és a Menorca on assolixen la plenitud. Ens referim a genèrics com **ull de sol**, **macar**, **marès** (**maressos**) i **marina**. Apel·latius toponímics com **timba**, **tom** (torm) i **bol**, tot i no ser exclusius, també formen part de l'interessant conjunt dels genèrics que configuren la identitat cultural i geogràfica de Menorca i que trobam ensems en el patrimoni oronímic del Migjorn.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCOVER, A.M<sup>a</sup>. i MOLL, F. DE B. 1930-62. *Diccionari Català-Valencià-Balear*. 10 vol. Palma: Ed. Moll.
- ANÒNIM 1987. "Barranc" a Menorca al segle XIV. *Butlletí Interior Societat d'Onomàstica*, 27: 92.
- BINIMELIS, J. i ORDINAS, A. 2002. Vindicación de la toponimia como instrumento para el estudio del cambio rural. Rururbanización y neotoponimia en los municipios de Selva e Inca (Mallorca). *Los espacios rurales entre el boy y el mañana*. Actas del XI Coloquio de Geografía Rural: 285-293. Santander, Asociación de Geógrafos Españoles. Grupo de Geografía Rural. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria.
- COROMINES, J. 1980-91. *Diccionari etimològic i complementari de la llengua catalana*. 9 vol. Barcelona: Ed. Curial.
- DCVB: Vegeu Alcover, A.M<sup>a</sup>. i Moll, F. de B.
- DECLIC: Vegeu Coromines, J.
- DOMINGO, C. 1985. Els noms de les formes de relleu. *Escola Catalana*, publicació de la DEC, 209-269, gener 1985 a juny 1990, Barcelona.
- GALMÉS DE FUENTES, Á. 1990. *Toponimia de Alicante (La oronimia)*. Alacant: Universidad de Alicante.
- GEC: Vegeu Gran Enciclopèdia Catalana.
- GRAN ENCICLOPÈDIA CATALANA 1969-80. *Gran enciclopèdia catalana*. 24 vol. Barcelona: Ed. 62-Enciclopèdia Catalana, S.A.
- MASCARÓ, J. 1946-51. *Mapa General de Menorca*. (14 làms., 30 x 38 cm). Maó: Imp. M. Sintes.
- ORDINAS, A. 1991. Menorca a través de la seva toponímia. *El Mirall*, 47: 19-21. Palma de Mallorca: Obra Cultural Balear.
- ORDINAS, A. 1992. Oronímia, hidronímia i fitonímia. Una aproximació a la terminologia geogràfica del paisatge natural menorquí. *Treballs de Geografia*, 44: 145-152. Palma de Mallorca: Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.
- ORDINAS, A. 1996. *Geografia i Llengua. Topònims i genèrics toponímics de les Illes Balears*. Tesis doctoral. (3 vols: 1.568 folis). Palma de Mallorca: Departament de Ciències de la Terra. UIB.
- ORDINAS, A. 2001. *Geografia i Toponímia a les Illes Balears. La terminologia geogràfica en els noms de lloc*. (Col·lecció Els treballs i els dies, 48: 361 pp.). Palma de Mallorca: Editorial Moll.
- RIBAS, E. 1991. *Aportació pitiüsa al Diccionari Català-Valencià-Balear*. Eivissa: Institut d'Estudis Eivissencs.
- RIBES, E. 1993. *La toponímia de la costa de Sant Joan de Labritja*. Eivissa: Edicions Can Sifre.
- ROSSELLÓ VERGER, V.M. 1999. De la toponímia a la geografia. *Setmana sobre la Universitat i l'Escola: llengua, territori i societat*. (Col. Enric Valor, pp. 25-37). Alacant: Universitat d'Alacant.
- SEGÚ CHINGILLA, J.I. 1983. *La costa de Menorca*. (22 mapes + 1 mapa guia). Maó: Club Marítim de Mahón.
- XAMENA, P. 1991. *Felanitx mot a mot*. Felanitx: Ajuntament de Felanitx i Conselleria de Cultura, Educació i Esports.

# L'ASSENTAMENT HUMÀ

---

## des de la prehistòria fins al baix Imperi

J. Simó Gornés, Joana M. Gual, Antoni López, Joan de Nicolás, Antoni Roca  
*Institut Menorquí d'Estudis*

### INTRODUCCIÓ

Per a l'elaboració d'aquest estudi hem treballat sobre l'inventari de béns d'interès cultural de l'illa, la base de dades més actualitzada amb què podíem comptar. L'aplicació informàtica de gestió d'aquest registre va ser creada per SILME (Servei d'Informàtica Local de Menorca) a mida del Servei de Patrimoni Històric. És una base que s'actualitza constantment amb noves troballes i que conté un ampli nombre de camps per fitxa, tot i que els camps més treballats i complets són més bé de tipus administratiu, mentre que els geogràfics i històrics s'han anat completant de forma desigual. Amb açò volem dir que no estem davant una carta sistemàtica dels jaciments arqueològics de l'illa i que encara hi pot haver descobriments interessants que ajudin a ampliar el nostre coneixement sobre la distribució dels assentaments prehistòrics.

La base cartogràfica utilitzada ha estat el Mapa Topogràfic Balear (MTB) a escala 1:5000 en format dgn de Microstation, a partir de la qual es va crear una sèrie de capes temàtiques, en format del SIG utilitzat (shape d'Arcview), amb les que es va fer l'anàlisi territorial i espacial. Aquestes capes temàtiques van ser: relleu, amb les corbes de nivell de

5 m d'interval i xarxa hidrològica, amb tots els cursos d'aigua superficial (permanents i no permanents). Altres capes temàtiques utilitzades, de diferent base cartogràfica, han estat:

Mapa geològic de Menorca, en format shape d'Arcview i digitalitzat per l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) a partir del Mapa de l'ITGE en paper i escala 1:25.000. Aquesta ha estat la font per a la delimitació del Migjorn de l'illa com a àmbit del treball. Mapa de sòls de Menorca, en format shape d'Arcview i digitalitzat per l'OBSAM a partir del Mapa de l'IME en paper i escala 1:100.000

### DEL POBLAMENT INICIAL A L'1100 ANE

#### El poblament humà de Menorca

Com a punt de partida, cal tenir en compte dues consideracions prèvies: *a)* En els territoris insulars el poblament inicial queda clar; és a dir, en un moment anterior al procés, no hi ha població humana de cap casta. *b)* Els grups humans són selectius a l'hora d'ocupar el territori, deixant buides o per a una ocupació final, forçada per la pressió demogràfica, les terres més marginals, en el cas de les illes, les més petites i allunyades del continent (Cherry, 1984).

Menorca, des del punt de vista de l'aprofitament humà per comunitats amb un nivell tecnològic precari, és un territori clarament marginal per diversos motius. En tractar-se d'una illa, la més allunyada de les terres continentals del Mediterrani occidental, la dificultat quant a l'accessibilitat és notable. A causa del seu escàs relleu, és poc visible des de la mar.

Les característiques geomorfològiques i biogeogràfiques de l'illa no la fan especialment interessant per a una comunitat humana. És una illa de dimensions reduïdes, per tant, fràgil quant a equilibri ecològic i escassa quant a recursos alimentaris. Tampoc compta amb cursos d'aigua superficials importants o regulars i manca de recursos minerals d'especial interès. No és una zona de pas important quant a migracions massives d'ocells o d'animals marins (Alcover, 2000).

Aquestes característiques converteixen Menorca, malgrat el seu elevat grau de centralitat respecte de la conca occidental del Mediterrani (Champman, 1991), en una espècie de *finis terrae*, en el punt final de la visual que uneix les Balears amb el continent a través de Mallorca i expliquen el fet que sigui l'última illa de l'arxipèlag en ser poblada.

La constatació arqueològica de l'existència d'una població humana estable a Menorca no va més enllà de finals del III mil·lenni ANE, encara que determinats canvis observats en la flora balear al llarg de tot el III mil·lenni ANE i no del tot explicats des de la perspectiva del canvi climàtic podrien tenir un origen antròpic (Yll *et al*, 1997).

Si tenim en compte el que hem dit abans respecte de la marginalitat de Menorca, hem de deduir que el poblament

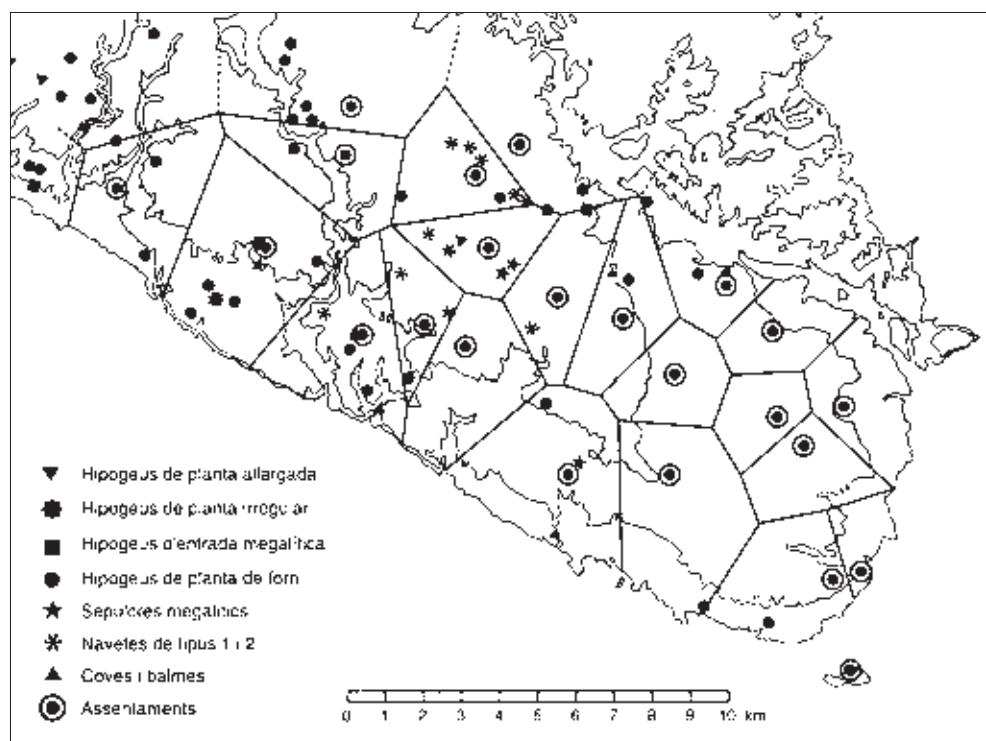


Fig. 21.1. Tot i el seu caràcter orientatiu, els polígons de Thiessen permeten fer-se una idea de la territorialització de l'espai i de la relació entre els assentaments i els diversos sistemes funeraris a l'època pretaològica (Gornés, J.S.; Gual, J.; López, A.; de Nicolás, J.C.; inèdit).

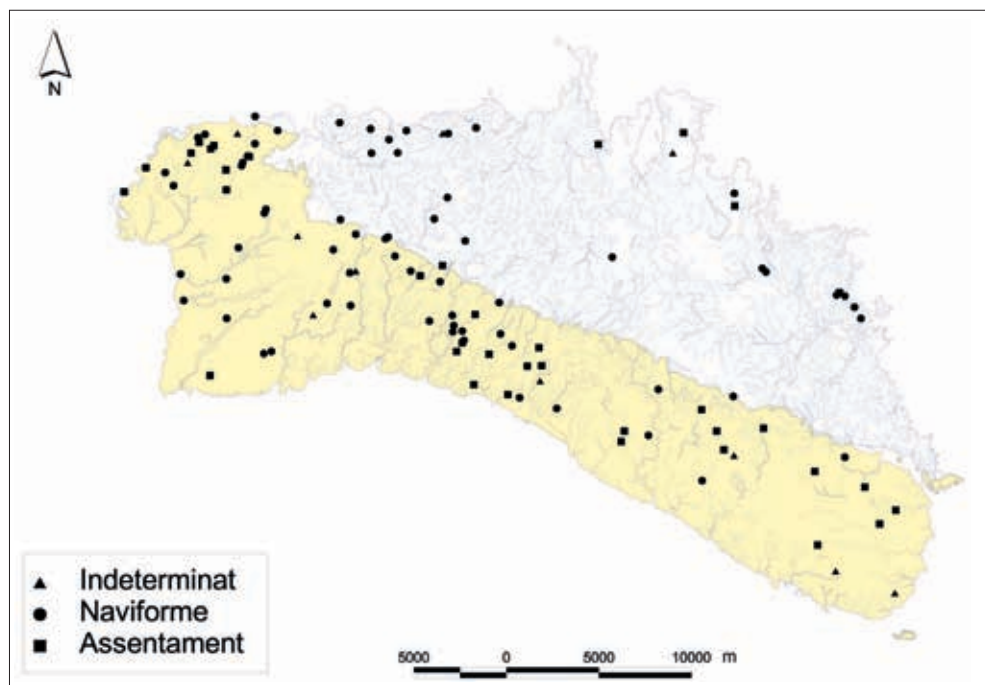


Fig. 21.2. Localització a Menorca dels jaciments d'habitació durant el període c2200-1100 cal ANE.

de l'illa va directa o indirectament lligat al de Mallorca. En efecte, és a través de la serra de Tramuntana de Mallorca, amb alçades de prop dels 1.500 m, com Menorca a nivell visual queda unida al continent.

Per altra banda, les similituds i diferències quant a manifestacions culturals que es detecten entre els grups humans que poblen Menorca i Mallorca a final del III mil·lenni i/o principi del següent, posen de manifest que el fenomen és molt més complex del que en un principi caldria esperar i que no es tracta, ni de molt, d'un simple transvasament de població des de Mallorca.

El poblament de Mallorca, també tardà respecte d'altres illes del Mediterrani Occidental, és un fenomen que segons Guerrero (2000) s'inicia a mitjans del IV mil·lenni ANE, en un context del Neolític final i que es considera plenament consolidat un mil·lenni després, dins de l'horitzó cultural del vas campaniforme. El poblament de Menorca s'i-

niciaria tot just completada l'ocupació de la balear major.

La distribució més o menys uniforme en tota la superfície insular d'una determinada tipologia de construcció funerària, el sepulcre megalític o dolmen, només present a Mallorca en una àrea molt restringida del nord-est insular, es pot explicar a partir de l'arribada a Menorca d'uns grups humans de procedència no mallorquina, però que utilitzen Mallorca com a punt d'escala, o bé suposar que la seva arribada fou un poc posterior a la dels grups campaniformes, i que només aconseguiren assentar-se en aquells llocs on hi havia un cert buit demogràfic.

Un altre element que afegeix complexitat al tema del poblament inicial, és el fet que en el continent les poblacions que usen el vas campaniforme apareixen associades a les sepultures dolmèniques, tot i que el fenomen dolmènic es remunta al V mil·lenni, mentre que a les Balears no s'ha constatat

aquesta associació. Per altra banda, les ceràmiques llises, que a Mallorca s'associen a les decorades amb motius campaniformes, són molt semblants a les que a Menorca apareixen en contextos dolmènics. En definitiva, el poblament de Menorca és un fenomen dependent de l'evolució del poblament de Mallorca, sense ser-ne, però, ni mimètic, ni coetani (Lewthwaite, 1985).

El que no es constata a nivell arqueològic és el contacte directe entre les illes de Còrsega i Sardenya per un costat, i les Balears i Pitàiuses per l'altre.

### **EVOLUCIÓ CRONOCULTURAL C. 2200-1100 ANE**

Encara que l'inici del poblament de Menorca no està perfectament establert, podem afirmar que a finals del III mil·lenni ANE o a començaments del II mil·lenni Menorca ja comptava amb un nucli de població prou consolidat. Les datacions de Biniai Nou així ho indiquen (Plantalamor i Marquès, 2001). Però això no significa que de manera esporàdica o periòdica no tinguessin lloc noves aportacions poblacionals. En un territori insular els canvis culturals importants amb paral·lels clars al continent només s'expliquen a través de transvasaments més o menys importants de població. La varietat de pràctiques constructives, d'habitació i funeràries, es pot interpretar com un lent degoteig d'aportacions de població al llarg de gairebé tot el II mil·lenni ANE.

Seguint la proposta de cronologia per a la prehistòria balear formulada per V. Lull *et al.* (1999), amb les modificacions pertinents, fruit de les darreres aportacions de la investigació arqueològica i l'adaptació al cas específic de Menorca, s'estableixen les següents fases:

- Calcolític: c. 2200-1800 ANE
- Bronze Antic: 1800-1600 ANE
- Bronze Mitjà: 1600-1200 ANE

Aquestes fases a parteixen de la data d'inici d'utilització de la construcció que les caracteritza:

- Calcolític: paradòlmens
- Bronze Antic: dòlmens
- Bronze Mitjà: naviformes

Això no vol dir que l'ús d'aquestes construccions no es perllongui en el temps, més enllà de la data d'inici de la construcció de la fase següent, o que la seva construcció sigui anterior a les ocupacions documentades a nivell arqueològic. També cal remarcar que, paral·lelament a la construcció d'aquests edificis funeraris i d'habitació, es condicionen espais alternatius, com són les coves naturals, utilitzades de manera indistinta com a llocs d'habitació, culte i d'enterrament, els hipogeus de planta circular o allargada i, fins i tot, construccions d'habitació de factura diferent a la dels naviformes característics del Bronze Mitjà menorquí, com per exemple la cabana circular de Torralba o l'edifici de Trebalúger.

És important remarcar que en aquesta primera fase del poblament i durant tot el període que estudiem en aquest capítol, els establiments humans es distribueixen de manera uniforme sobre la plataforma miocènica, evitant els terrenys silicis i argilosos de la zona de Tramuntana, fora d'alguns casos que cal relacionar amb l'explotació de determinats recursos minerals.

### **Calcolític c. 2200- 1800 ANE**

De moment només coneixem aquesta fase a través de Biniai Nou, un jaciment arqueològic format per dues construccions funeràries singulars, però no úniques a Menorca: és tracta d'un edifici amb una cambra de planta circular excavada a la roca a la que s'afegeix un corredor de factura megalítica que acaba amb una façana còncava. En aquests monuments s'hi realitzen inhumacions al llarg d'un temps molt llarg que gairebé abraça la totalitat del període aquí estu-

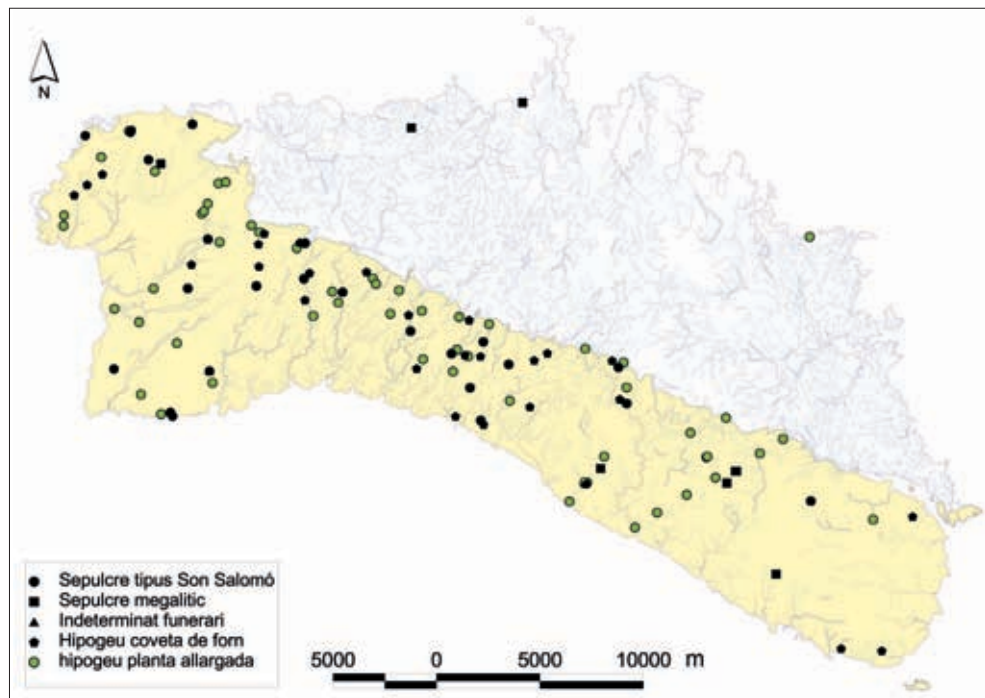


Fig. 21.3. Localització a Menorca dels jaciments funeraris durant el període c2200-1100 cal ANE.

diat. De més a més de les esmentades de Biniai, existeixen estructures semblants a Sant Tomàs i a Cala Morell.

Durant aquesta fase es duu a terme l'assentament d'una població permanent a Menorca. Encara que el lloc de procedència d'aquests primers pobladors no es coneix amb certesa, es pot apuntar com a hipòtesi que aquests grups humans vingueren d'algun punt de la costa catalano-provençal, ja que és allà on trobam els paral·lels més clars d'aquests edificis. Els atuells ceràmics, amb abundància de vasos tulipiformes i d'altres de desenvolupament en vertical, també indiquen connexions culturals amb Provença i fins i tot amb indrets situats més a l'interior, seguint el curs del Roine. L'ús del coure es redueix a la presència d'algun punxó.

Tant l'anàlisi faunística com la palinològica, esbossen el paisatge dels voltants com a fortament humanitzat, en el que l'activitat antròpica ha modificat profundament el medi.

Si realment aquests són els primers pobladors, ens trobam davant una prova fefaent de la fragilitat dels ecosistemes insulars. Les mostres de pol·len indiquen la pràctica a les rodalies d'una desforestació intensa de la coberta primigènica. El pol·len arbore només representa un 30 % del total, mentre que la resta del percentatge pertany a espècies pròpies d'espais oberts, resultat amb tota probabilitat de la tala i/o crema del bosc, operació necessària per a practicar les activitats agrícoles i ramaderes que caracteritzen aquesta època. La vegetació predominant és del tipus termomediterrani, pròpia d'un clima sec.

Les restes de fauna també posen de manifest l'acció antròpica, tant amb l'alteració de la fauna silvestre amb la introducció d'espècies noves, com per la presència de fauna domèstica, com l'ovella, la vaca o el ca. És especialment significativa la troballa de restes de peixos, indicadora de l'explotació dels recursos marins més pròxims.

L'activitat econòmica d'aquests grups humans sembla, doncs, centrada en l'obtenció de pastures per a la pràctica de la ramaderia, combinada amb activitats depredatòries com la caça i la pesca. De totes les maneres, les dades que posseïm d'aquesta fase se centren en l'excavació d'un sol jaciment de tipus funerari. És fonamental localitzar i excavar nous jaciments, en especial algun d'habitació, per tal de completar la informació.

Podem millorar la visió sobre aquest període afegint-hi els resultats de diversos anàlisis palinològics realitzats en els barrancs del Migjorn de l'illa (Yll *et al.* 1994, 1997). Els resultats indiquen que al llarg del III mil·lenni ANE té lloc un canvi radical en la coberta vegetal d'aquests indrets: s'inicia la corba ascendent del pol·len d'ullastre (*Olea*) de manera paral·lela al declivi de la corba del boix (*Buxus*) i l'avellaner (*Corylus*),

mentre que es mantenen els valors de la corba del ginebró (*Juniperus*). Es constata també un creixement notable d'espècies vegetals pròpies d'espais oberts, potser producte de la desforestació, com l'herba puceira (*Plantago*) i el bruc o el xiprell (*Erica*). Segons els autors dels treballs, aquests canvis no s'expliquen només a través de la climatologia i, per tant, poden ser indicadors indirectes de la presència humana.

### Bronze Antic, 1800-1600 ANE

És durant aquesta fase quan s'ocupa la totalitat de la plataforma miocènica que forma la meitat sud de l'illa. Malgrat tot i de la mateixa manera que a la fase anterior, tota la informació que posseïm prové de jaciments funeraris, ja siguin dòlmens o coves naturals, encara que es coneixen alguns jaciments

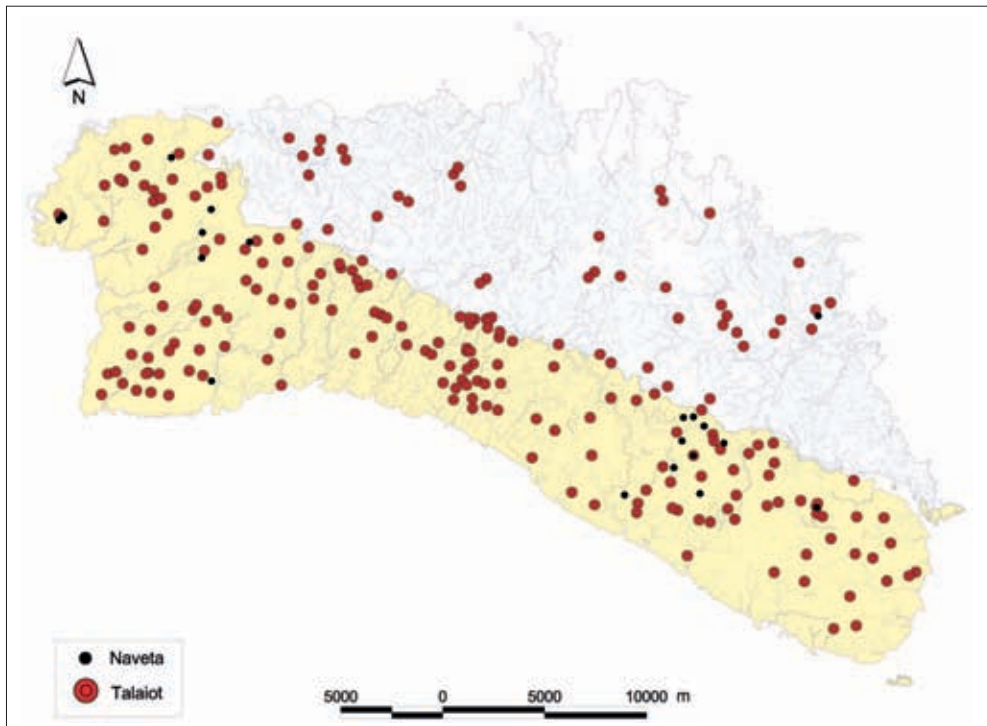


Fig. 21.4. Localització a Menorca dels talaiots i navetes durant el període 1100 cal ANE-650 ANE.



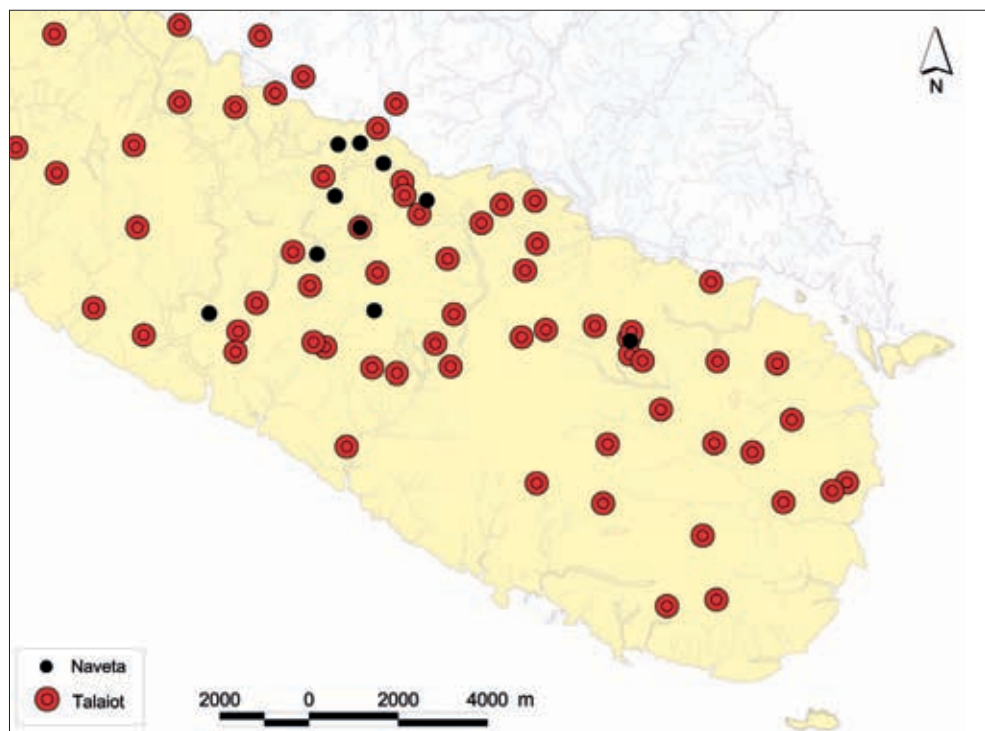


Fig. 21.5. Localització al sector oriental del Migjorn de Menorca dels talaiots i navetes durant el període 1100 cal ANE-650 ANE.

ments d'habitació no excavats i que amb tota probabilitat pertanyen a aquest període o a l'anterior. Són, en tots els casos, coves o balnes naturals condicionats per al seu ús com a habitatge.

La continuïtat respecte de la fase anterior és evident, encara que la introducció de noves formes ceràmiques i, sobretot, l'aparició de la cista dolmènica indiquen que es manté el flux migratori, que prové amb tota probabilitat del mateix indret que a l'època anterior. La pervivència en la utilització dels monuments de Biniai Nou es pot interpretar també en clau de continuïtat.

El dolmen menorquí pertany al grup mediterrani, amb una representació prou ampla al llarg dels territoris continentals i insulars de la conca occidental d'aquest mar. Representa la versió última i més senzilla d'aquest tipus de construccions: una cambra de planta rectangular construïda amb tècnica

megalítica a base de grans ortostats col·locats en posició vertical, tancant un espai de 3 x 2 m, a la que s'accedeix a través d'un petit corredor d'uns 2 m de llarg. El conjunt, en la seva forma original, anava cobert per un túmul de forma circular o el·líptica d'uns 7 o 8 m de diàmetre, delimitat per un mur.

Una versió d'aquests edificis, amb tota probabilitat posterior i encara més senzilla, substitueix la cambra megalítica per murs construïts amb filades de pedres. Són els anomenats sepulcres tipus Son Salomó, de cronologia encara imprecisa (Gornés *et al.* 1992). Aquest tipus de sepultures, en les que es realitzen inhumacions col·lectives, conviu amb la utilització de cavitats naturals amb la mateixa finalitat.

L'utilatge ceràmic és molt semblant al de la fase anterior. Comencen a aparèixer objectes de bronze com punxons i puntes de

fletxa. Són també freqüents els objectes d'os, tals com els botons prismàtics amb perforació en "V", lligats a pràctiques específicament funeràries.

### Bronze Mitjà, 1600-1100 ANE

A diferència de la fase anterior, l'element arquitectònic característic és ara una construcció d'habitatge, anomenada naviforme o naveta d'habitació. És un edifici de planta de ferradura allargada d'uns 12 x 3 m, amb el portal d'ingrés al punt oposat a l'àbside. Està construït amb doble parament sec, l'exterior format per filades de pedres de grandària mitjana, sovint ben escairades en forma de paral·lelepípede, mentre que el parament intern mostra filades regulars de pedres més petites, també de forma paral·lelepípedica. Completa el mur un reblert de pedra petita. Aquest mur, molt

ample en la base, s'aprima a mesura que guanya altura. La coberta no es conserva en gairebé cap cas; només alguns exemples excepcionals presenten una coberta formada per lloses sostingudes per columnes polilítriques de tipus mediterrani. És de suposar que el més normal era una coberta vegetal amb dos aiguavessos. L'espai interior podia estar compartimentat amb murets de pedra i contenir mobiliari fix com foganyes centrals, bases de molins manuals i bancs perimetrals de pedra.

Aquests edificis, que a vegades es presenten geminats juntant dos o tres àmbits, aïllats o agrupats, formant conjunts de fins a una dotzena d'exemplars, es reparteixen per tota la plataforma miocènica, encara que també se'n localitzen alguns fora que aprofiten afloraments calcaris i es relacionen amb l'explotació d'algun recurs mineral, pedra de cot per a fabricar molins manuals, guix o coure. Es tracta d'un edifici molt corrent a la

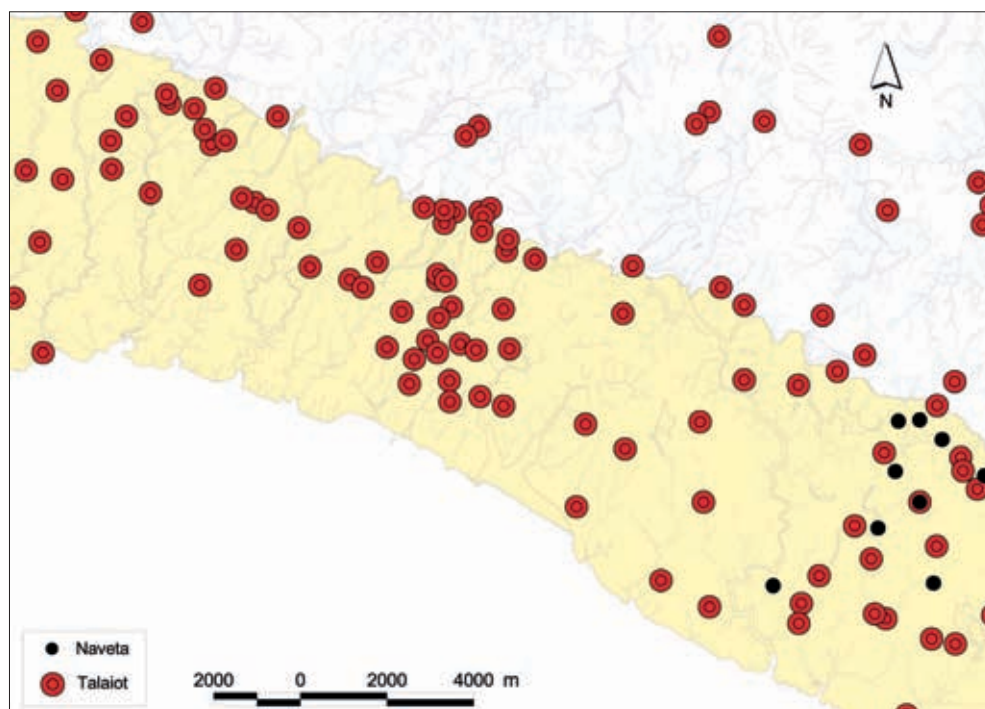


Fig. 21.6. Localització al sector central del Migjorn de Menorca dels talaiots i navetes durant el període 1100 cal ANE-650 ANE.

veïna illa de Mallorca on, de manera excepcional, pot arribar a formar conjunts de fins a 50 exemplars. És possible que la introducció del naviforme a Menorca anàs lligada a un nou moviment de població des de la balear major. Si més no, indicaria un contacte prou estret entre les comunitats d'ambdues illes.

Existeixen també unes altres construccions d'habitació atribuïbles a aquesta època, cabanes de planta circular o allargada, de factura més precària i de les que es conserven alguns exemplars com la cabana circular de Torralba o la cabana piriforme de Trebalúger (Gual, 1991).

Respecte de les pràctiques funeràries, es manté fins al 1400 ANE l'ús dels sepulcres megalítics i fins al final del període, dels altres àmbits funeraris, construïts o naturals, condicionats a les fases anteriors. De manera paral·lela, s'inicia la construcció d'hipogeus de planta allargada o circular excavats en promontoris rocallosos o en cingles de barrancs, imitant l'espai intern dels àmbits d'habitació. L'utilatge domèstic és semblant al del període anterior. Varien un poc les formes ceràmiques però la tècnica és la mateixa. És més usual la fabricació d'objectes de bronze i s'han localitzat àrees de fundició amb restes de motles, gresols i escòries.

Aquests grups humans practiquen una economia mixta agrícola-ramadera, amb una importància creixent de la ramaderia ovina i caprina en detriment d'una agricultura de tipus cerealista. De fet, la pràctica de l'agricultura només ha estat detectada en uns pocs jaciments: els hipogeus de s'Alblegall (Arnau *et al.*, 2003), la cova des Càrritx (Lull *et al.*, 1999) i la cabana circular de Torralba (Fernández-Miranda, 1991).

La distribució espacial dels jaciments d'habitació, bastant uniforme, indica un tipus de poblament dispers, format per petits llogarets o per unitats familiars independents que viuen de l'explotació de l'entorn. Des d'un punt de vista social, formen el que els antropòlegs anomenen una societat segmentària, sense una clara diferenciació econòmica dels individus, encara que amb una

estructura jeràrquica basada en el prestigi dels seus membres. El tipus de poblament exigiria la pràctica de la exogàmia i aquesta a la vegada permetria l'aparició d'un entramat de relacions entre els diferents grups que, de més a més de socials, degueren ser econòmiques, basades en la reciprocitat de l'intercanvi de béns i serveis.

El resultat final seria una xarxa d'assentaments distribuïts de manera regular per tot el territori, units per llaços econòmics i de parentiu, més o menys intensos en funció de la proximitat o llunyania entre ells. No s'observa una relació jeràrquica entre els assentaments. La plasmació d'aquesta xarxa en l'espai físic real es veu distorsionada pels accidents geogràfics, en especial els barrancs que caracteritzen la xarxa hidrogràfica que discorre per la plataforma miocènica. L'escassa importància del relleu en canvi, no condiciona gaire la distribució dels assentaments.

### **Distribució espacial dels jaciments. Factors que intervenen en la seva ubicació**

Intentarem ara establir quins tipus de factors exerciren un paper important a l'hora de decidir la idoneïtat d'un emplaçament. Distingim com a diferents els factors segons que es tractin de jaciments d'habitació o funeraris, tenint en compte que els assentaments d'habitació condicionen la ubicació dels jaciments funeraris i no a l'inrevés.

Partim de la base que analitzam la primera ocupació d'un territori insular de dimensions reduïdes, ocupació que, de més a més, és parcial ja que afecta de manera intensa la plataforma miocènica, quedant la resta de l'illa gairebé desocupada o molt poc poblada. En el cas dels jaciments localitzats a la zona de tramuntana de l'illa i que no són objecte d'aquest estudi, només interessa remarcar que els assentaments, a més a més d'escassos, estan totalment subordinats en quant a la seva ubicació a la presència d'aflorescences calcaris, i lligats gairebé tots a la presència propera d'algun mineral d'interès econòmic.

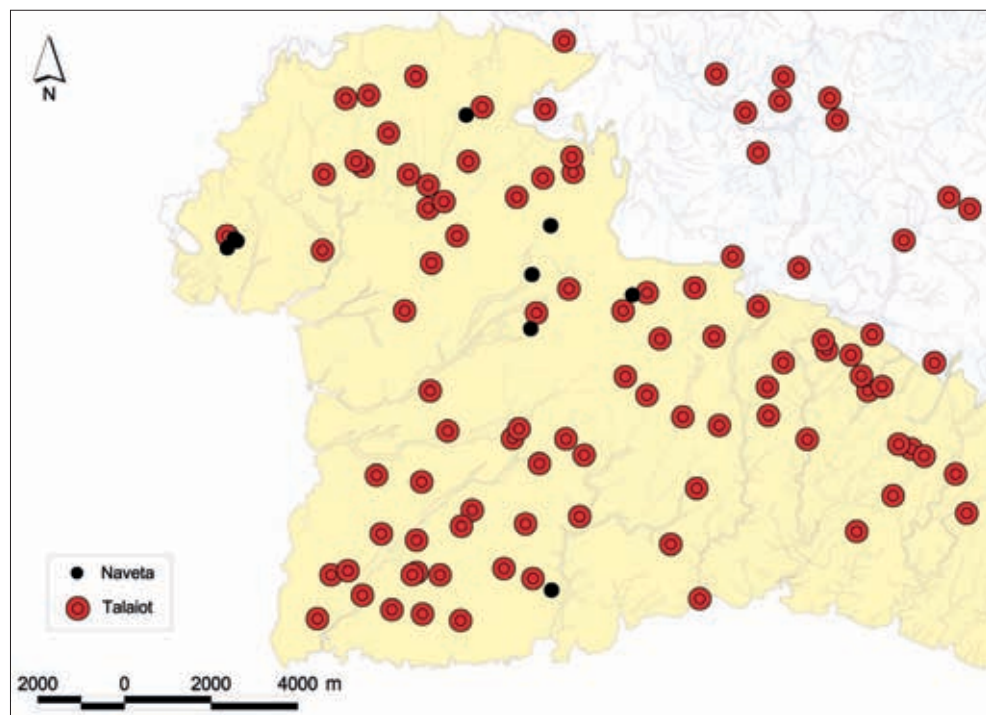


Fig. 21.7. Localització al sector occidental de Menorca dels talaiots i navetes durant el període 1100 cal ANE-650 ANE.

Aquest fet i la constatació de la poca entitat de la majoria d'assentaments indica la debilitat del contingent poblacional present a l'illa durant el II mil·lenni. Com que no es localitzen estructures defensives, podem deduir que la conflictivitat derivada del repartiment del territori fou escassa i que els condicionants associats a la defensa tingueren poca importància a l'hora de decidir un emplaçament.

Així, doncs, cal tenir en compte com a condicionants les característiques geogràfiques del territori: tipus de sòl, presència d'aqüífers, insolació, ventilació, salubritat, arcerament dels vents dominants, inclinació, domini visual, etc. Aquests mateixos condicionants seran els que tindran presents totes les comunitats rurals al llarg de la història. Per això mateix, és freqüent que les cases de lloc tradicionals es localitzin a prop d'un jaciment arqueològic o al damunt

També hem de tenir molt present que la mateixa morfologia de la plataforma miocènica afavoreix en molts casos la resolució satisfactòria de molts dels condicionants esmentats, en especial els de tipus posicional. En efecte, el caràcter sedimentari del terreny i la suau inclinació cap a la mar propicia un escalonament progressiu des del centre cap a la costa, es a dir, en sentit nord-sud.

Així mateix, els barrancs, molt abundants i sovint de dimensions respectables, a més a més del seu valor estrictament econòmic per les terres d'al·livió i per la presència d'aigua, es converteixen en corredors naturals que comuniquen l'interior amb la costa, salvant desnivells considerables i fent accessible una costa sovint alta i amb penya-segats d'uns 50 m d'altària. Per altra banda, també compartimenten de manera natural el territori.

Dit això, constatarem que no hi ha un model explicatiu que reculli de manera exhaustiva tots els condicionants, ni que aquests tinguin la mateixa importància en tots els casos. El que més bé constatarem és l'existència de preferències i, per tant, de tendències. Podem establir un model teòric d'assentament-típus o bé constatar que de manera majoritària els assentaments tendeixen a tenir en compte, quant a la seva ubicació, determinades característiques del terreny.

Així, per exemple, podem afirmar que els assentaments d'habitació tendeixen a ubicar-se sobre sòls del tipus leptosòl, o leptosòl combinat amb sòls del tipus cambisòl en diferents proporcions, encara que com aquests tipus de sòls són dominants, aquesta variable no és gaire significativa. En canvi, és més significatiu que un percentatge notable s'ubiquin sobre la zona de canvi entre dos tipus de sòl.

La manca de cursos superficials d'aigua lleva importància a aquesta variable, essent més decisiu el fet que els aqüífers subterranis estiguin més o menys a l'abast. De totes les maneres es constata una certa tendència a ubicar els assentaments a les capçaleres de les torrenteres i a la vora dels barrancs.

Els assentaments aprofiten quasi sempre el desnivell d'un escalonament del terreny per a obtenir una posició alterosa i amb bon domini visual des d'est a oest i cap al sud. Per tant, molts se situen arreglerats, seguint les corbes de nivell des de l'interior cap a la mar. Els assentaments costaners són rars (García-Argüelles *et al.*, 1994). A les zones més planes i amb un sòl potent s'aprofiten els afloraments rocallosos com a pedrera i com a lloc de cimentació dels edificis.

Els jaciments funeraris estan condicionats per la proximitat relativa als d'habitació i pel tipus d'edifici. Els espais excavats totalment o parcialment aprofiten els afloraments rocallosos i els desnivells que provoca l'erosió: escalonaments i cingles dels barrancs. La major o menor duresa de la roca, en general prou tova, no sembla un condicionant gaire decisiu.

Les construccions exemptes, com per exemple els sepulcres megalítics, se situen

en llocs ben visibles, sobre un aflorament rocallós. Alguns autors parlen de la seva consideració com a fites de propietat del territori. De fet, si a partir dels assentaments d'habitació traçam un territori teòric tipus polígons de Thiessen, els jaciments funeraris tendeixen a ubicar-se a la perifèria del territori (López, 1997).

## ENTRE EL 1100 I EL 650 ANE

### El marc cronològic i les manifestacions culturals de la societat talaiòtica

Devers el 1100 cal ANE pot observar-se que a les illes Balears –Mallorca i Menorca– apareixen noves construccions arquitectòniques, entre les quals, els talaiots i les navetes d'enterrament. Els primers són torres tronco-còniques construïdes amb pedra seca molt grossa, mitjançant tècnica ciclòpia, és a dir, amb murs de doble parament amb reble de pedra petita i terra. Aquests monuments formen part indissoluble del paisatge menorquí i degueren suposar, juntament amb la construcció de les navetes d'enterrament, una gran transformació del paisatge fins llavors existent. Les datacions radiocarbòniques assenyalen que el moment d'apogeu d'aquestes construccions el podem situar entre el 900 i el 700 cal ANE i se'n documenta una gran diversitat arquitectònica i probablement funcional. Trobam així talaiots de planta circular –la majoria, com Trepucó, Curnia, Torelló i molts d'altres– o fins i tot de planta pseudorectangular –So na Caçana, Torrellafuda, Montefí. La majoria dels talaiots de planta circular no tenen cambra interior, però quasi tots tenen, a la part superior de la torre, una espècie d'habitacle o cambra, de funció encara desconeguda. En altres casos excepcionals, sí observam una cambra interior en algunes d'aquestes estructures –Sant Agustí, Trepucó-Oest, Torrevella d'en Lozano, Curnia-Oest, etc. El que és comú a tots, és que des del seu cim es controla una bona part del territori que els envolta i en molts la visibilitat de l'entorn i de la costa és absolu-

ta. Aquesta qualitat, la visibilitat, és el que ha fet pensar a molts d'investigadors que el control del territori és un dels objectius d'aquestes construccions, a més d'actuar com a referent de la cohesió social de la comunitat que vivia al seu voltant. Arran de les excavacions que s'estan duent a terme en el jaciment arqueològic de Biniparratx Petit ens estam plantejant noves hipòtesis sobre la possible funció d'aquests monuments. Així, creim que s'ha de posar un punt d'atenció sobre la possibilitat que el talaiot originalment tingués una funció cultural, on s'hi desenvolupassin determinats ritus i cultes encara per determinar amb precisió, però que esperam que el decurs de les investigacions puguin anar esbrinant aviat.

És també segur que un altre dels monuments emblemàtics de la prehistòria insular –i aquesta vegada de forma exclusiva a Menorca– començà a construir-se en aquests moments, cap al Naviforme Final, és a dir, a les acaballes del 1200 cal ANE. Ens referim a les navetes d'enterrament, que són grans construccions funeràries, de planta absidal o circular, d'una sola cambra –tot i que pot estar dividida en dos pisos– que podien contenir fins a 100 persones enterrades (com as Tudons).

Les navetes són els monuments que, probablement, marquen la transició entre el Naviforme Final i el Talaiòtic pròpiament dit ja que, en moltes ocasions, la seva excavació sistemàtica ha permès documentar, a la mateixa cambra, objectes d'ambdues fases culturals. Les datacions radiocarbòniques delimiten la fase de construcció i ús intensiu d'aquestes tombes entre el 1100 i el 850 cal ANE, assenyalant-nos, per tant, un moment de sincronia i contemporaneïtat valuós per a interpretar el territori.

Un altre tipus de tomba documentat extensament arreu de tota Menorca en aquest moment són les coves i balmes a les quals se'ls hi construeix un mur ciclopí tancant l'entrada. Sense cap dubte, la cova des Càrritx és l'exemple emblemàtic d'aquest tipus de tomba. La investigació arqueològica va poder esbrinar alguns dels ritus funeraris

practicats, que resultaren d'una gran complexitat ritual, cosa que demostra l'especial riquesa espiritual d'aquesta cultura.

Les comunitats que conformen el que coneixem com a Cultura Talaiòtica constitueixen una societat jerarquitzada, amb probables desigualtats entre les persones i, també, entre els diferents clans familiars. La competència pel territori, escàs i segurament disputat a tenor de la gran extensió i augment de la població en aquesta època, tal volta obligà que el control fos obligat. Això no contradiu la multifuncionalitat d'aquestes estructures –per exemple, la reivindicació de la propietat d'un territori mitjançant una fita monumental– que alhora compleixen funcions culturals.

A partir aproximadament del 650 cal ANE, s'ha establert una nova fase cultural, anomenada Posttalaiòtica, que ve marcada per la desaparició dels talaiots i de les navetes d'enterrament i l'inici de la construcció dels santuaris de taula.

### **L'entorn ecològic de Menorca entre el 1100 i el 800 cal ANE**

No són gaire les dades i la informació de què disposam sobre quin era el paisatge de Menorca al moment que els talaiots estaven en ús. La informació procedeix principalment de les anàlisis políniques realitzades en el decurs d'algunes excavacions (cova des Càrritx, cova des Mussol, Biniparratx, Torralba d'en Salord– i de les anàlisis de restes macrobotàniques d'altres) hipogeu XXI de Calescoves.

De les dades obtingudes a la cova des Càrritx sabem que, a l'inici de l'ús de la cova (1600 cal ANE, aprox.), el paisatge era arbustiu, de caràcter termòfil, molt similar a l'actual i amb una important presència d'*Olea europaea* (Piqué, 1999: 499 i 500), mentre que el pi era residual i gairebé no apareix a les mostres.

Al jaciment de Torralba d'en Salord es realitzaren una sèrie de sondejos palinològics amb l'objectiu d'establir l'evolució de la vegetació des del primer poblament del lloc

fins a l'edat mitjana. Pel que a nosaltres ens interessa, cal dir que en els sondejos que afectaven el talaiot, es localitzaren un 30% aproximadament de restes de pol·len arbori, mentre que la resta eren d'arbusts i herbàcies (Mariscal, 1996)

L'hipogeu XXI és una tomba localitzada a la necròpolis de Calescoves, que va estar en ús des del segle IX cal ANE fins aproximadament al segle IV cal ANE. Podem dir, per tant, que manté uns 200 anys de contemporaneïtat amb els talaiots.

L'estudi de la fusta localitzada a l'interior de l'hipogeu (Noguera, inèdit) ens assenyala un ús massiu d'*Olea europaea* en la elaboració dels taüts i civeres, però al contrari del que veiem a la cova des Càrritx, es constata una major presència del *Pinus halepensis* (pi blanc), la qual cosa podria indicar que el paisatge arbori s'anava definint en favor d'aquest darrer, sense que en puguem precisar encara les raons.

### L'arquitectura monumental de Menorca: plantejament de la distribució territorial dels talaiots i navetes d'enterrament del Migjorn

El primer problema que es planteja quan s'aborda un estudi d'anàlisi espacial és trobar els elements i les pautes de sincronia que donin coherència al plantejament teòric sobre la distribució del poblament en un territori concret, en un moment temporal determinat. Al cas que ens ocupa, hi ha molts de problemes per a trobar aquests elements, tenint en compte que disposam poques excavacions, menys publicacions i en definitiva, escassos elements que ens ajudin a racionalitzar els fets culturals d'aquest moment de la prehistòria. De fet, l'únic element que dóna una certa sincronia és el talaiot, construcció que ens acota, realment, un segment temporal que abraça des del 1100 fins al 650 cal ANE, és a dir, un lapse

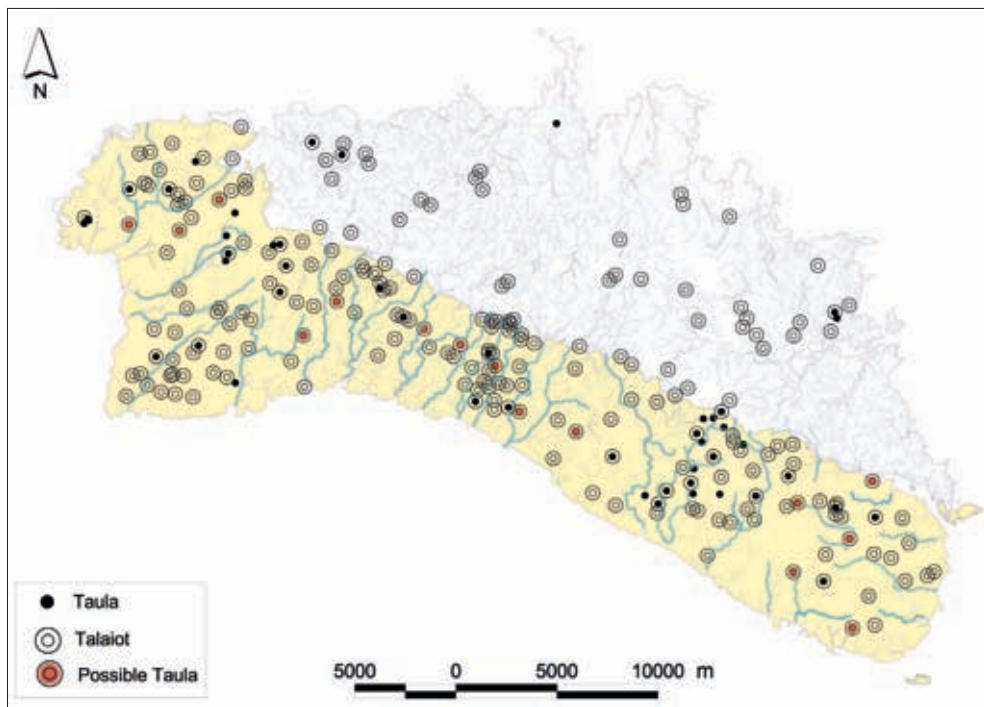


Fig. 21.8. Localització a Menorca dels assentaments durant el període 650 cal ANE-123 ANE.

de 450 anys, aproximadament. Evidentment som conscients de les limitacions que imposen aquestes dades, però de fet, no hi ha cap altra construcció, ni fòssil director que ens ajudi a precisar encara més aquest període. Comptat i debatut, juntament amb les navetes d'enterrament –molt menys nombroses que els talaiots– que estan en ús gairebé al mateix moment, són els únics paràmetres que ens poden aproximar a la distribució i organització del poblament sobre l'illa. D'altres construccions com les coves amb mur ciclopi, hipogeus, etc., en no comptar amb un catàleg detallat i complet de la seva distribució espacial, no ens poden ajudar a obtenir una radiografia més precisa del territori en aquest moment de la prehistòria.

Així hem optat per considerar qualsevol construcció turriforme com a útil per a dibuixar el poblament del migjorn de l'illa entre el 1100 i el 650 cal ANE. Som cons-

cient que incloem construccions de diferent funcionalitat (té la mateixa funció el talaiot de Torelló que el de Sant Agustí?) i tipologia (la diversitat constructiva dels talaiots de Menorca és evident: Curnia, Montefí, Torrevella, So na Caçana, Toràixer, etc.), però, si coneixem les limitacions de l'estudi i els possibles errors d'interpretació, els lectors podran situar-se en el context en què ens movem amb una certa fiabilitat.

Precisament aquesta mateixa diversitat funcional i tipològica que esmentàvem abans, també la trobam en la ubicació i situació territorial dels talaiots. Observam talaiots situats sobre barrancs i torrents (Sant Agustí, Torrepatxina), en planures (Torelló, Son Olivari), sobre cims i muntanyes (puig de s'Ermita), a costers, afloraments rocosos (Trebajúger, torre d'en Galmés), etc., però tenen una característica comuna: tots gaudeixen d'una bona visibilitat entorn seu, la majo-

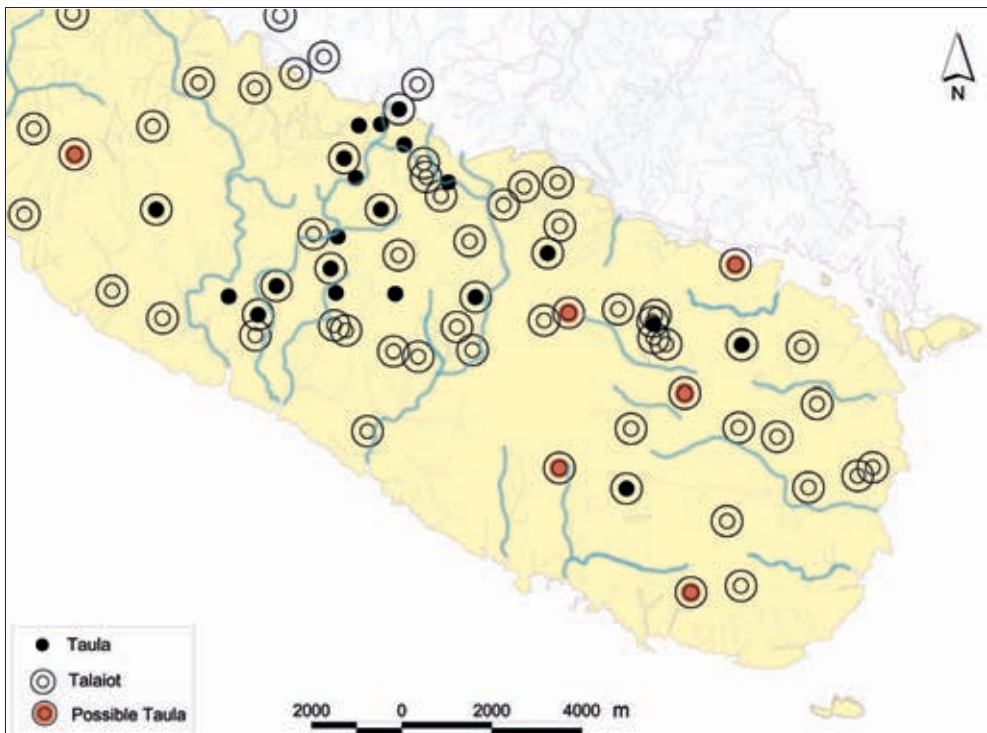


Fig. 21.9. Localització al sector oriental del Migjorn de Menorca dels assentaments durant el període 650 cal ANE-123 ANE.



ria cerquen emplaçaments sobre cotes de nivell que els permetin una visual àmplia de l'entorn, que, sumada a la seva altura, els hi proporciona una magnífica descoberta de l'horitzó. Una altra característica, derivada probablement de la primera, és que des de cadascun se'n pot observar un altre a una certa distància, formant així una àmplia i extensa xarxa d'intervisualitats. Aquesta constatació podria suggerir que, realment, el control del territori era ample i gairebé total i que, mitjançant qualche tipus de senyal codificada, tal volta es podria transmetre informació d'una banda a l'altra de l'illa. És aquesta una hipòtesi no contrastada empíricament i que exposam, conscients de totes les objeccions i els emperons que puguin fer-s'hi, però creim que té possibilitats reals. Manca encara un estudi de detall al respecte, però, a Mallorca, per exemple, aquestes visuals entre talaiots s'han constatat perfectament i comencen a entreveure's també a Menorca (Aramburu-Zabala, 1994). Evidentment, no podem demostrar que l'escala de comunicació fos a nivell insular, però quasi segur que funcionava a nivell de territoris concrets, com per exemple a l'entorn de torre d'en Galmés o de Trepucó, per a esmentar dos poblats centrals.

Com ja hem dit abans, localitzam talaiots arreu de tot el territori, gairebé sobre tota classe de medis físics, però amb una excepció. No es troben talaiots sobre la mateixa línia de costa. Tots els talaiots catalogats com a tals, se situen illa endins, com a mínim, a 1 km del litoral.

El fet que el mapa de distribució de punts vingui determinat per la situació dels talaiots, com a component principal, i de les navetes sepulcral, com a complement, implica que és possible que deixem de banda assentaments d'hàbitat contemporanis que, o bé no comparten amb talaiot, o no s'hi ha identificat encara aquesta construcció entre les restes. Per tant, estam parlant d'un mapa de distribució de punts de l'arquitectura monumental d'un moment concret de la prehistòria de Menorca, que no ha de donar, necessàriament, la pauta dels assentaments d'hàbitat d'aquest moment. Malgrat tot, poder situar 176 punts –talaiots–,

i 19 navetes d'enterrament sobre el Migjorn de Menorca, implica estadísticament un bon nombre de llocs contemporanis sobre el mapa. No hi ha gaire llocs de la Mediterrània que en 350 km<sup>2</sup> –els quilòmetres quadrats que aproximadament té el Migjorn de Menorca–, puguin oferir aquest grau de contemporaneïtat en un lloc tant reduït de territori (1,98 talaiots per km<sup>2</sup>). De més a més, hi hem d'afegir que tots els talaiots tenen restes d'hàbitat als seus voltants. És cert també que no coneixem amb exactitud el tipus de casa del moment, ni la seva organització interna, ni la seva grossària, ni l'extensió habitual dels poblats d'aquesta època –fet que ens ajudaria molt a veure jerarquies de poblament sobre el territori, per exemple–, però les dades obtingudes ens informen suficientment de l'articulació del territori.

## ENTRE EL 650 I EL 123 CAL ANE

### Model hipotètic d'assentament. Anàlisi de la localització dels poblats amb recinte de taula

Com ja s'ha exposat anteriorment, la dificultat d'ancorar l'anàlisi espacial en l'època talaiòtica, fa que s'opti per restringir l'estudi sobre assentaments que, de més a més de tenir talaiot com a element identificador de la cultura, es poden agrupar per la presència de recintes o construccions específiques que els diferencien d'altres. Així, ja fa vint anys, Álvaro (1983) publicava el seu estudi a base del coneixement de 22 poblats amb taula. Passat tot aquest temps, utilitzarem el mateix sistema de delimitació temporal, cenyint l'anàlisi als recintes que coneixem ara i que ens portaran a resultats diferents.

L'anàlisi s'efectua superposant els recintes sobre el plànol topogràfic juntament amb la xarxa hídrica i una de les primeres observacions que es desprèn és el predomini de l'exclusivitat de taules en uns territoris diferenciats i limitats pels importants desnivells orogràfics que constitueixen els barrancs i

barrancons i per la xarxa de torrents. Dit d'una altra manera, plantejant la hipòtesi que les àrees d'influència territorial i/o d'exploració econòmica dels poblats amb taula quedarien definits per les formes de relleu originades per l'erosió càrstica i els corrents d'aigua més significatius que funcionarien com a mitgeres de les àrees d'exploració. Aquestes àrees tenen una disposició que varia segons les regions càrstiques de l'illa: N-S (regió central) o E-W (regió occidental) o W-E (regió oriental).

Analitzant l'extensió o grossària dels poblats amb taula, no resulta significativa en relació als altres. És a dir, no s'observa que el poblats més grans siguin el que ostenten taula, sinó que la seva presència es pot donar en poblats tant petits, com Binissafullet o Cotaina, com en els més grans, com Son Catlar o sa torre d'en Galmés (vegeu la taula 21.1).

Seguint aquesta hipotètica jerarquització del territori, com a model a aplicar, significaria que hi hauria a l'illa més recintes de taula encara per localitzar o, si més no, un edifici de caràcter cultural. Analitzant el Migjorn, seguint les regions abans esmentades, es localitzen les següents àrees d'exploració.

#### A) Zona oriental:

Colàrsega de Maó – cala Figuera. Poblats de Maó (desaparegut sota la ciutat).

Cala Figuera – cala de Sant Esteve. Poblats de Trepucó.

Cala de Sant Esteve – cala des Rafalet. Poblats de Malbuger (desaparegut sota les instal·lacions de l'aeroclub).

Cala des Rafalet – cala Alcafar – cala Binissafüller. Poblats de Binissafullet.

Cala Binissafüller – cala Biniparratx. Poblats de Biniparratxet.

Tornant al nord, a l'interior, entre la Colàrsega del port de Maó i el barranc de ses Penyes. Poblats de Talatí.

Cala Biniparratx – Cala Canotells. Poblats de Torelló.

Cala Alcafar – cala Binissafüller. Poblats de Torret (sense taula localitzada).

#### B) Zona central:

Cala Canotells – Calescoves. Poblats de So na Caçana

Al nord, entre els ramals del barranc de ses Penyes. Poblats de Binimaimut.

Al nord d'aquests, entre els tributaris del barranc de Son Domingo i el barranc de ses Penyes. Poblats de Cotaina.

Barranc de Biniedrís – barranc de Son Domingo. Poblats de Torrellisà i Torralbenc.

Barranc de Son Domingo – barranc de Cala en Porter. Poblats de Son Rotger o Sant Vicenç de Cala en Porter.

Al nord d'aquest, entre els mateixos barrancons, el poblats de Torralba.

Barranc de Cala en Porter – barranc des Bec. Poblats de Torre d'en Galmés.

Divisió de l'àrea anterior, pel barranc de Sant Llorenç. Poblats de Binialmesc (sense taula localitzada).

Barranc des Bec i barranc de Son Boter. Poblats de Deià Nou (sense taula localitzada).

Barranc de Son Boter – barranc de Sant Adeodat. Poblats de Biniquadrell de Baix.

Barranc de Sant Adeodat – barranc de Binigaus. Poblats de Sant Agustí.

Barranc de Binigaus – barranc de Torrenova. Poblats de Biniquadrell (sense taula localitzada).

Barranc de Torrenova – barranc de Cala Escorxada. Poblats de Biniquadrell Nou.

Barranc de Cala Escorxada – barranc de Trebalúger. Poblats d'Albranca Vell (sense taula localitzada).

Barranc de Trebalúger – barranc de Son Fideu. Poblats de Son Mercer (sense taula localitzada).

Barranc de Son Fideu – barranc de Binissaid. Poblats de Binicalsitx.

Barranc de Binissaid – barranc d'Algendar. Poblats de la Beltrana.

Barranc d'Algendar – barranc de Santa Anna. Poblats de Torrepatxina Vella (sense taula localitzada).

Barranc de Santa Anna – barranc de Bellavista. Poblats de Torralba (sense taula localitzada).

Zona intermèdia entre la zona central i

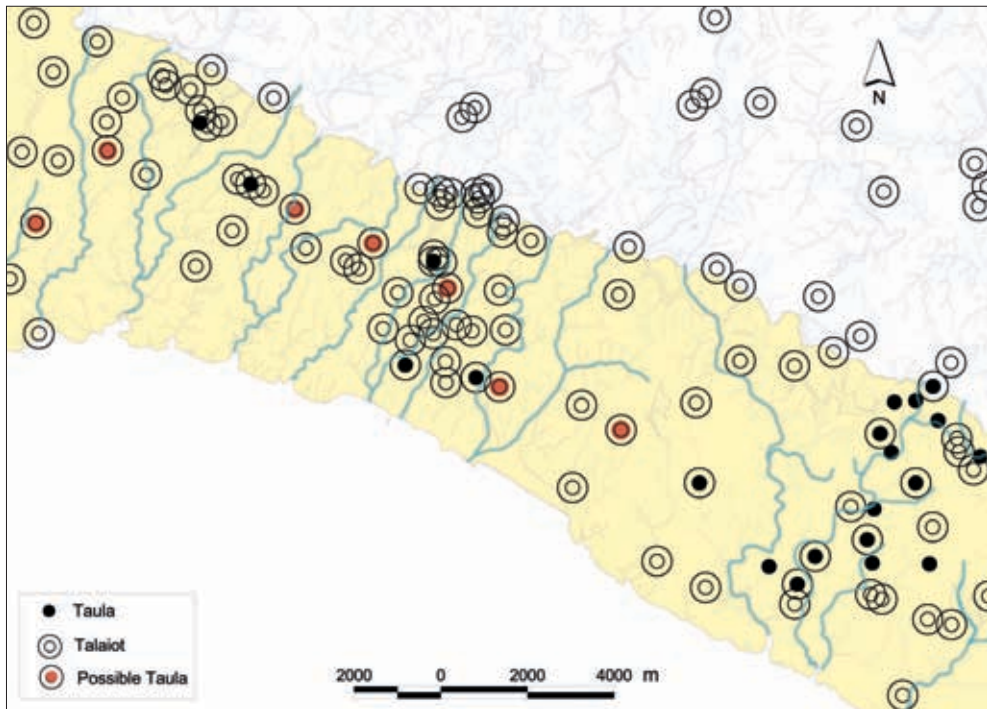


Fig. 21.10. Localització al sector central del Migjorn de Menorca dels assentaments durant el període 650 cal ANE-123 ANE.

l'occidental on es localitzen tres poblats amb recinte de taula els límits dels quals no es poden posar en la xarxa hídrica. Són Torrellafuda, Torretrencada i Bellaventura, anomenats de nord a sud.

### C) Zona occidental

Nord de Ciutadella on hi ha una extensa xarxa hídrica que quedaria dividida sota el control dels poblats de Torrevella d'en Lozano i de Son Angladó.

Port de Ciutadella – cap a punta Nati. Poblats de ses Talaies de n'Alzina o hort d'en Toni Martorell (desaparegut sota el creixement urbà de Ciutadella).

Port de Ciutadella – cala Santandria. Poblats de Montefí o de Son Quart (no tenen localitzada taula)

Cala Santandria – cala Blanca. Poblats des Tudons.

Cala Blanca – cala en Bosc. Poblats de Son Olivaret Nou

Cala en Bosc – barranc de Bellavista. Poblats de Son Catlar.

### L'entorn ambiental de Menorca cap el 650 CAL ANE

Segons l'estudi palinològic de Mariscal (1996), a base de mostres extretes sota el mur del tancament de la taula i a l'interior de la cabana de Torralba d'en Salort, en el període que fixa entre el 1000 aC i el canvi d'era, es produeix un descens notable (31%) de les espècies arbòries-arbustives, respecte de les mostres de les fases anteriors, i l'augment de les herbàcies de sotabosc amb una disminució de les espècies de les zones humides. Aquestes dades li fan pensar en una sequera però, també hi detecta un interval d'alta plu-

viositat en una mostra que presenta un percentatge elevat (15,6%) de plantes hidròfiles.

A la seva analítica, entre els arbres, l'*Olea europaea oleaster* (olivera/ullastre) ocupa un 47,1%; hi són representats també *Prunus* (aranyoner), *Pinus* (pi ver), *Quercus* (roure), *Juniperus* (sivina), *Salix* (salze) i *Populus* (poll). El 16,2 % és d'ametler, una espècie cultivada. Quant als arbustos, predominen grevolosa (19,2 %), arboceres (15,4%) i estepes (11,5%). L'*asclepiadaceae*, *Vicetoxicum* (pebrotera borda) és la més abundant entre les herbàcies on també hi són representades *gramineae* o *poaceae*, *Aspbodelus* (porrassa, cebollí) i plantes de terrenys balders.

Segons el diagrama publicat per Stvenson a la memòria de la cova des Càrritx, d'una columna estreta al forat de ses Aritges, entre 700 aC i 300 aC s'inicia un període que arriba fins a l'edat Mitjana, caracteritzat per la disminució notable dels arbustos *Cistus* (estepa) i *Erica* (bruc) i l'augment de les liguliflores. Els pòl·lens arboris tenen una baixa presència, tret de l'olivera, que experimenta un augment gradual a partir del 300 dC. Així, en el seu diagrama, entre els 700 i 500 aC, no hi consta l'olivera que en la fase anterior (1050 aC) sí que hi era present. S'observa, per tant, una diferència amb l'analítica de Mariscal, respecte d'aquest arbre, i una coincidència en la lectura global. Tampoc consta al diagrama del forat de ses Aritges la pebrotera borda, tan significativa a Torralba (és tòxica i conté principis cardiotònics, i potser la seva presència és deu a causes rituals).

L'elaboració d'objectes de fusta en aquesta època, s'ha estudiat en un jaciment funerari, l'hipogeu XXI de Calescoves, mitjançant les restes línies que la tomba conservava després d'un continuat espoli i que podrien ser de les civeres i taüts allà dipositats. El treball de Noguera manifesta un predomini de la utilització d'*Olea europaea*, seguit pel *Pinus halepensis* (pi blanc), *Pistacia lentiscus* (mata llentrisclera) i *rosaceae-pomoideae* (cirerer de pastor); també hi consten dos fragments informes de *Cera-*

*tonia siliqua* (garrover) i *Taxus baccata* (teix), respectivament. Aquest darrer, probablement importat de Mallorca perquè a Menorca ja havia desaparegut. De més a més, s'ha de dir que el garrover i el cirerer de pastor no apareixen a les taules palinològiques.

### Extensió dels principals poblats del Migjorn

A la taula 21.1 elaborada per M. Fernández-Miranda i S. Gornés durant els anys 1992 i 1993 mitjançant la prospecció sistemàtica aèria i terrestre del territori de l'entorn immediat dels poblats es pot observar l'extensió dels principals poblats. El màxim d'hectàrees abraça el terreny amb dispersió de ceràmica notable i/o amb estructures arquitectòniques disperses. El mínim es refereix a l'extensió màxima del poblat d'acord amb la dispersió de la ceràmica sobre el terreny circumdant. El tipus de sòl es refereix al terrenys sobre el que s'assenta el jaciment arqueològic. En cursiva els poblats que tenen recinte de taula i es localitzen al Migjorn insular.

### ÈPOCA ROMANA (100 cal ANE - 900 dC)

Les causes de la conquesta romana del 123 aC, la colonització inicial, la fundació de *Palma* i *Pollentia* a Mallorca i la problemàtica diversa de l'origen i el desenvolupament de les altres ciutats mallorquines, menorquines i d'*Ebusus*, i de les elits urbanes que protagonitzaren, almenys aparentment, la implantació lenta però progressiva del nou sistema cultural han generat moltes visions de conjunt i estudis concrets que es basen, particularment, en les fonts escrites, literàries i epigràfiques. Els treballs dels professors Zucca (1998), García Riaza i Sánchez León (2000) presenten de forma gairebé exhaustiva l'estat de la qüestió i amplexen reculls bibliogràfics. Per altra banda, les aportacions de l'arqueologia van perfilant, cada vegada

Jaciments	Mín. (ha)	Màx. (ha)	Tipus de sòls	Estratigrafia
<i>Son Catlar</i>	5,2	9,5	Cambisòl/Leptosòl E	Miocè
<i>Torre d'en Galmés</i>	4,6	5,1	Cambisòl C.	Miocè
<i>Trepucó</i>	4,5	5	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torralba d'en Salord</i>	4	9	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torrevel·la d'en Lozano</i>	4	7,1	Leptosòl E.	Miocè
<i>Torelló</i>	3,4	3,4	Cambisòl C.	Miocè
<i>Talatí de Dalt</i>	2,8	5,3	Cambisòl C.	Miocè
<i>Binicodrell Nou</i>	2,7	7	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torrelafuda</i>	2,3	5,6	5% Leptosòl E./Cambisòl	Miocè
<i>Son Olives/Biniac</i>	2,3	2,7	Cambisòl C.	Miocè
<i>So na Caçana</i>	2,3	2,6	Cambisòl C.	Miocè
<i>Binimassó/Binicalsitx</i>	2,1	2,1	Cambisòl C.	Miocè
<i>Sant Agustí Vell</i>	1,6	3,8	10%Leptosòl E./Cambisòl	Miocè
<i>Algaiarens</i>	1,6	2,5	Leptosòl E/Cambisòl.	Triàsic
<i>S'Hostal/Montefí</i>	1,6	1,6	Cambisòl C.	Miocè
<i>Santa Rosa</i>	1,6	1,6	Cambisòl C.	Miocè
<i>Son Olivaret</i>	1,5	1,7	Cambisòl C.	Miocè
<i>Son Bernadí</i>	1,4	3,9	Leptosòl E.	Miocè
<i>Binimaimut</i>	1,3	4,3	Cambisòl C.	Miocè
<i>Bellaventura</i>	1,2	2,4	10% Leptosòl E.	Miocè
<i>Son Angladó</i>	1,2	2,3	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torrellisà Vell</i>	1,2	1,4	Cambisòl C.	Miocè
<i>Es Tudons</i>	0,9	1,6	10%Leptosòl E./Cambisòl	Miocè
<i>Biniatram</i>	0,9	1,36	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torralbenc</i>	0,9	0,9	Cambisòl C.	Miocè
<i>Sa Torreta</i>	0,8	1	10% Leptosòl E.	Quaternari
<i>Sa Cavalleria Vella</i>	0,7	1,8	25%Leptosòl E./Cambisòl	Miocè
<i>Na Beltrana</i>	0,7	0,7	Cambisòl C.	Miocè
<i>Torretrencada</i>	0,6	1,8	5% Leptosòl E./Cambisòl	Miocè
<i>Son Rotger</i>	0,6	0,6	Cambisòl C.	Miocè
<i>Cotaina</i>	0,5	1,2	Cambisòl C.	Miocè
<i>Binissafullet</i>	0,5	0,5	Cambisòl C.	Miocè
<i>Biniaiet/Alcaidús</i>	0,4	2,5	Leptosòl/Cambisòl.	Miocè
<i>Curnia</i>	0,33	1,05	Cambisòl C.	Miocè
<i>Sa Cudia Cremada</i>	0,3	0,6	Cambisòl C.	Miocè
<i>Alforinet</i>	0,2	0,3	Leptosòl E/Cambisòl	Triàsic

Taula 21.1. Extensió dels principals poblats del Migjorn.

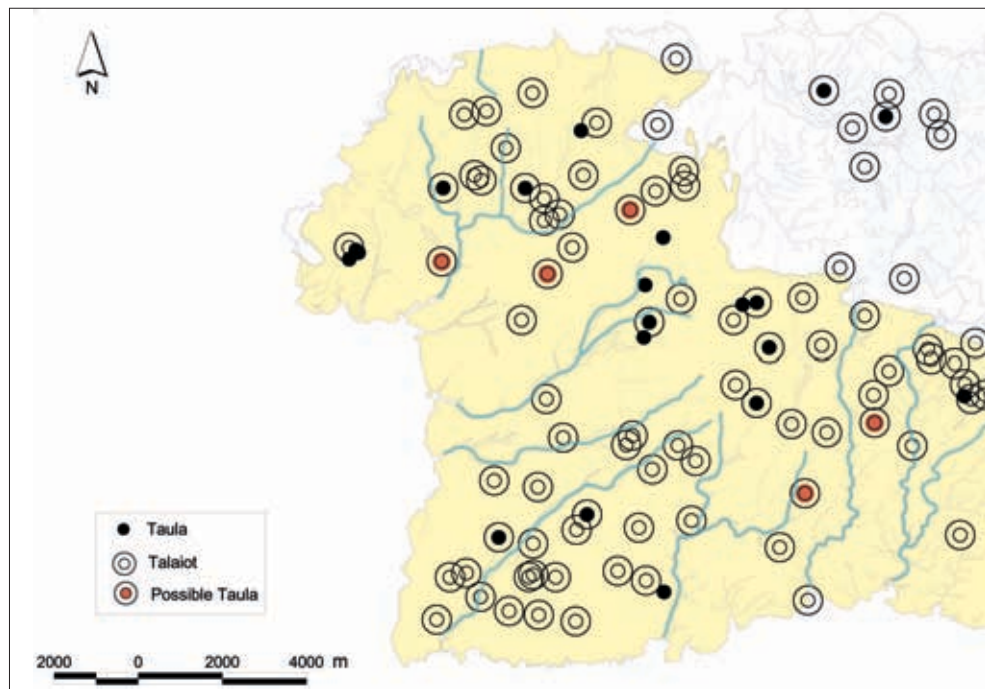


Fig. 21.11. Localització al sector occidental de Menorca dels assentaments durant el període 650 cal ANE-123 ANE.

més, el desenvolupament del procés romanitzador, especialment en l'àmbit rural, on les perspectives d'un major coneixement són més amples.

La romanització de Menorca té uns matisos propis derivats, ben segur, de les característiques físiques d'aquesta illa ventosa i d'escasses possibilitats agrícoles, més apta per al desterrament de dissidents polítics que per a treure'n profit econòmic. A diferència del que passa en altres zones del món romà a Menorca, no s'entreu un programa de noves explotacions rurals, ni tan sols indicis de *centuriatio* per a racionalitzar i repartir les noves implantacions rústiques, com s'han observat a diferents indrets de Mallorca.

Es constata de forma generalitzada la continuïtat dels vells assentaments talaiòtics fins a època tardoromana amb petites transformacions edificatòries, algunes de les

quals comporten la utilització de nous materials i tècniques de construcció (maons, *tegulae*, *imbrices*, *opus signinum*, etc.), aportació de productes de la cultura material romana (molins fets de pedra volcànica, vidres, llàntries, vaixela...) i una feble incorporació de figuretes del panteó romà, joies i rudimentàries inscripcions en llatí. També en ambients funeraris i de culte, propis i característics de la cultura talaiòtica, se'n reconeix genèricament la reutilització, tant a l'alt com al baix Imperi (Nicolás, 1983; Orfila Pons, 1997, i les referències a jaciments menorquins de la T.I.R. Guitart, Fatás i Cepas, eds., 1997).

Una aproximació provisional a la valoració de la presència rural romana en el camp de Menorca, la devem a les prospeccions realitzades entre 1988 i 1989 per a fer la carta arqueològica del municipi d'Alaior. García-Argüelles, Gual i López (1994: 23) assenyalen l'existència de materials romans a

64 dels 90 assentaments talaiòtics, mentre que les restes de cultura material púnica apareixen en 29 jaciments. També constaten la reutilització funerària d'un bon grapat dels hipogeus posttalaiòtics que presenten sepulcres antropomorfs excavades al seu interior. Queda clar, doncs, que almenys dos terços dels jaciments talaiòtics no mostren indicis de materials púnics i, en una tercera part, no se'n detecten de romans. No es té present, però, que gran part de les restes de cultura material púniques són contemporànies de les romanes i –encara més important– no es refereixen a la quantificació i la classificació cronològica de les ceràmiques recollides, cosa que no permet determinar com es desenvolupa el procés al llarg dels segles i amb quina intensitat.

Tot i que encara resta pendent la feina d'avaluar la intensitat i una major precisió cronològica del fenomen, la distribució dels assentaments i de les restes de cultura material fan pensar en una explotació ramadera

d'un cert pes que fes possible l'intercanvi d'aquesta producció excedentària amb tota mena d'objectes manufacturats, sobretot vaixel·la domèstica i altres productes alimenticis que eren clarament deficitaris a l'illa: oli i vi. Aquest comerç serà el motor del desenvolupament socioeconòmic que motivarà l'existència de grans poblats talaiòtics, sovint amb murades que envolten el seu perímetre quasiurbà, i una allau de petites explotacions dependents. És evident que la societat autòctona dels segles IV-II aC gaudeix d'una situació econòmica més favorable i els poblats talaiòtics assoleixen la màxima superfície.

Des que M. Ll. Serra valorà per primera vegada la casa talaiòtica després de les excavacions del grup de cases de Sant Vicenç d'Alcaidús (Alaior) i de la de Torelló d'en Sintes (Maó), cap a 1960, s'han excavat algunes cases talaiòtiques més a torre d'en Galmés (Alaior), Binicalaf (Maó), Torellonet Vell (Maó), Trepucó (Maó), ses talaies de n'Alzina (Ciutadella), Talatí de Dalt (Maó) i Biniparratx

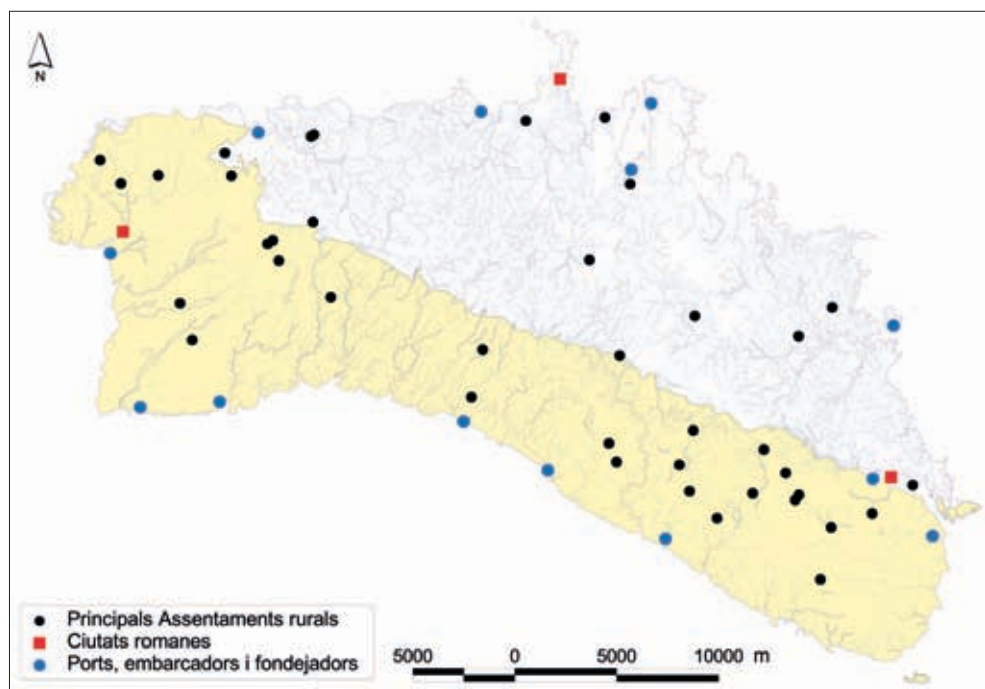


Fig. 21.12. Localització dels principals assentaments amb presència romana a l'illa de Menorca.

Petit (Sant Lluís), d'algunes de les quals s'han donat a conèixer dades provisionals i la planimetria (Plantalamor, 1991; Nicolás, 1996). Aquests estudis preliminars han permès analitzar, almenys provisionalment, com s'estructura la vivenda en els moments finals de la cultura talaiòtica, entre els segles III aC i I dC, i sempre a la zona de Migjorn. La casa posttalaiòtica i romana a la zona de Tramuntana és totalment desconeguda.

Algunes cases talaiòtiques de diversos poblats s'abandonen a finals del segle III probablement a causa dels episodis menorquins de la segona Guerra Púnica i altres sobreviuen encara fins al canvi d'era, quan es detecten nous abandonaments. Aquesta nova fase s'ha de vincular amb l'emergència de les ciutats romanes de *Mago* i *Iamo* que, cap al segle I dC i sobretot en el II, tenen ja unes estructures administratives clarament romanes.

A manca d'excavacions, la continuïtat del poblament rural es detecta per les troballes superficials de cultura material característica: fragments de *tegulae*, àmfores i *dolia* –normalment de producció tarraconense–, vaixelles fines i ceràmica de cuina de producció itàlica i nordafricana, monedes, etc. Aquest és el cas de jaciments encara inèdits com els de Biniatzén (Es Migjorn), Alfavaret i Forma Vell (Maó), Biniacollet (Sant Lluís) i molts altres dels quals només hi ha breus referències a les fitxes de les cartes arqueològiques a les que ens hem referit més amunt.

Hi ha, per altra banda, un modest grup de nous assentaments, situats vora la mar, a la costa nord i a la costa de Migjorn, que cal relacionar amb les activitats pesqueres i del comerç marítim. Són instal·lacions d'escassa extensió en les que possiblement hi havia magatzems, situades prop de ports naturals on podien fondejar els vaixells o platges on aquests es podien tirar a terra (Fontanelles, s'embarcador de Salairó, salines Noves, Son Bou, Sant Adeodat, Son Saura...). Els jaciments costaners esmentats responen a una vella necessitat: l'abastament als pobladors rurals dels productes que arriben via marítima, en aquest cas d'arreu l'imperi, probablement fora del control ebusità, i que es mani-

festa per la pròpia presència d'aquests objectes: vaixel·la, envasos i altres productes més sumptuaris que es troben en els assentaments i per una nova solució, almenys aparentment, en relació a la descàrrega i l'emmagatzematge dels productes vora la mar (Nicolás, 2003, en premsa).

La implantació rural i urbana de Menorca en època romana i fins que els bizantins perderen tota influència a les Balears a finals del segle VIII no obeí una política d'explotació del territori conquerit programada per l'imperi romà, sinó més aviat fou un intent per part dels colonitzadors que s'hi establiren i dels seus descendents de subsistir a l'illa, aprofitant al màxim els escassos recursos agrícoles i ramaders que el territori els podia oferir, com també els beneficis dels intercanvis comercials que els permetien els excedents de la producció agroromana.

En aquest sentit és significatiu, precisament, que en època romana tardana, quan el bisbe Sever i Consenci escriuen les seves cartes, en el primer quart del segle V, es facin al·lusions als escassos recursos que proporciona la terra menorquina i també a la més absoluta manca d'infraestructura cultural, florint precisament poc després una sèrie de petites esglésies paleocristianes, distribuïdes majoritàriament prop de la costa i allunyades, justament, dels nuclis urbans, essent fins a hores d'ara les més importants i espectaculars construccions que s'han conservat després d'un bon grapat d'anys d'ocupació romana de l'illa. Aquests antics temples –Son Bou, Torelló, es Molinet des Cap des Port i s'illa del Rei, de més a més de les possibles esglésies, encara pendents de confirmació, de Sanitja i de s'illa d'en Colom– revelen en la seva pròpia construcció i especialment en els seus mosaics i en les restes de cultura material que han proporcionat evidents connexions amb el nord d'Àfrica i la part oriental de l'imperi, però plantegen molts interrogants. La manca d'informació sobre l'ocupació del territori i la vida urbana a Menorca entre el segle VI i el segle IX és gairebé total. Fa pensar que fou molt poc



intensa i bastant lligada al control militar de l'illa. Les úniques dades que tenim les forneixen les troballes aïllades de numerari i de sivelles bizantines, localitzades sempre en àmbits rurals.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCOVER, J.A., SANS, A. i PALMER, M. 1998. The extent of extinctions of mammals on islands. *Journal of Biogeography*, 25: 913-918.
- ALCOVER, J.A., LLABRÉS, M. i MORAGUES, LL. (coordinadors) 2000. Les Balears abans del humans. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 8. 78 pp. Palma.
- ÁLVARO, E. DE 1983. Análisis espacial de los poblados talayóticos en la isla de Menorca. *Homenaje al profesor Martín Almagro Basch*. II. Ministerio de Cultura. Madrid.
- ARAMBURU-ZABALA, J. 1994. Patrón de asentamiento de la cultura talayótica. *Saguntum*, 27. Universitat de València. València.
- ARNAU, P., GORNÉS, J.S. i STIKA, H.P. 2003. Los hipogeos de S'Alblegall (Ferrerries) y la agricultura cerealística a mediados del segundo milenio cal ANE en Menorca. *Trabajos de Prehistoria*, 60: 117-130
- CALVO, M., COLL, J. i GUERRERO, V.M. 1997. El dolmen de S'Aigua Dolça. Sepulcro colectivo del Pretalaiótico. *Revista de Arqueología*, 191: 18-29. Madrid.
- CALVO, M. i GUERRERO, V.M. 2002. *Los inicios de la metalurgia en Baleares. El Calcolítico (c. 2500-1700 cal BC)*. El Tall del temps major, 9. Palma. 282 pp.
- CASTRO, P., GILL, S., GONZÁLEZ, P., LULL, V., MICÓ, R. i RIHUETE, C. 1997. Radiocarbon Dating and the Prehistory of the Balearic Islands. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 63: 55-86.
- CHAPMAN, R. 1991. *La formación de las sociedades complejas. El sureste de la península ibérica en el marco del Mediterráneo occidental*. Crítica Arqueología, 4. Barcelona. 411 pp.
- CHAPMAN, R. 1987. Megalitisme i Arqueologia: Problemes, teoria i investigació. *Cota Zero* 3: 93-102. Vic.
- CHERRY, J.F. 1984. The initial colonisation of the West Mediterranean islands in the light of island biogeography and palaeogeography a W.H. Waldren, R. Chapman, J. Lewthwaite i R.C. Kennard (eds.) *The Deja Conference of Prehistory: Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. B.A.R. International Series, 229: 7-27. Oxford.
- GARCÍA RIAZA, E. i SÁNCHEZ LEÓN, M.L. 2000. *Roma y la municipalización de las Baleares*. UIB. Palma.
- GARCÍA, J. 1998. *Caracterització de ceràmica pretalaiòtica de l'illa de Menorca mitjançant la datació per termoluminiscència*. Treballs del Museu de Menorca 18. Govern Balear. Maó. 84 pp.
- GARCÍA-ARGÜELLES, A., GUAL, J.M. i LÓPEZ, A. 1994. Aproximació a l'ocupació del territori a l'Antiguitat: el terme municipal d'Alaior. *Meloussa*, 3: 9-24. IME. Maó.
- GORNÉS, J.S., GUAL, J.M. i LÓPEZ, A. 1992. La colonització púnica a les Balears. Una visió crítica. a G. Rosselló-Bordoy (ed.) *La Prehistòria de les illes de la Mediterrània occidental*. X Jornades d'Estudis Locals. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Palma. Cf. pp. 443-452.
- GORNÉS, S., et al. 1992. Nous monuments funeraris del món pretalaiòtic de Menorca a G. Rosselló-Bordoy (ed.) *La Prehistòria de les illes de la Mediterrània occidental*. X Jornades d'Estudis Locals. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Palma. Cf. pp. 419-441.
- GUAL, J.M., LÓPEZ, A. i PLANTALAMOR, LL. 1991. Trebalúger: Un exemple de la perduració de l'hàbitat a la prehistòria de Menorca. *Meloussa* 2: 157-162. Maó.
- GUAL, J.M. i LÓPEZ A. 2000. Prehistòria i Protohistòria de Menorca. *La Història de Ciutadella de Menorca a través dels fons ceràmics del Museu Municipal de Ciutadella*. Ciutadella.
- GUITART I DURÁN, J., FATAS CABEZA, G. i CEPAS PALANCA, A. (eds.) 1997. Unió Acadèmica Internacional. *Tabula Imperii Romani* (Comité Espanyol) *Full K/J-31: Pyrénées Orientales-Baleares, Tarraco-Baliares*. Madrid. Cf. pp. 149-150.
- JUAN, G. 1993. *El poblament de Menorca; de la prehistòria a la baixa romanitat. Aproximació a una proposta d'anàlisi de distribució espacial*. Treballs del Museu de Menorca, 13. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Maó. 84 pp.
- JUAN, G. PONS, J. PONS, O. LARA, C. MARQUÉS, J. i ISBERT, F. 2002. Talatí de Dalt (Maó. Menorca). Avenç dels resultats de les excavacions fetes entre 1997 i 2000. *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 58. Palma.
- LEWTHWAITE, J.C. 1985. Social factors and economic change in Balearic prehistory, c. 3000-1000 b.c. a G. Barker i C. Gamble (eds.) *Beyond Domestication in Prehistoric Europe*. Academic Press, London. Cf. pp. 205-231.
- LÓPEZ, A. 2000. El poblament inicial de l'illa de Menorca. *Colonització humana en ambients insulars. Interacció amb el medi i adaptació cultural*. V.M. Guerrero i S. Gornés, coord. UIB Palma. 475 pp.
- LÓPEZ, A. 1997. El poblament inicial i els grups culturals pretalaiòtics. *Enciclopèdia de Menorca*, tom IX. Obra Cultural de Menorca. Maó. pp 87-132.
- LULL, V., MICÓ, R. RIHUETE C. i RISCH, R. 1999. *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menorca*, Consell Insular. Barcelona. 699 pp.
- MARISCAL, B. 1996. Variación de la vegetación de Menorca en los últimos 4000 años. *Revista de Menorca*, 1. Maó. pp. 197-217.
- MESTRES, J. i NICOLÁS, J. DE 1997. Contribución de la datación por radiocarbono al establecimiento de la cronología absoluta de la Prehistoria menorquina. *Caesaraugusta*, 73: 327-341. Zaragoza.
- NICOLÁS J.C. DE 1983. Romanización de Menorca a Mascaró Pasarius, J. (ed.): *Geografía e historia de Menorca*. Ciutadella. Cf. pp. 201-288
- NICOLÁS, J.C. DE 1996. Aeropuertos y arqueología. Casa prehistórica en el aeropuerto de Menorca. *Aena Arte*, 3. Madrid. Cf. pp. 46-49.
- NICOLÁS, J.C. DE 1998. *Excavació i trasllat de la casa talaiòtica de Biniparatxet (Aeroport de Menorca)*. (I) *Inventari de les restes de cultura material*. (II) *Inventari de les restes alimentàries*. (III) *Selecció gràfica*. Document inèdit dipositat al Consell Insular de Menorca.

- NICOLÁS, J.C. DE 2003. Els primers segles de l'ocupació romana de l'illa de Menorca: Continuitats i ruptures en l'àmbit rural. *Mayurqa*. En premsa.
- NOGUERA TUGORES, M. Inèdit. *L'ús de les fustes en l'àmbit funerari de l'hipogeu XXI de Calescoves (Menorca) i en relació a l'explotació forestal durant la prehistòria a les Illes Balears*. Informe campanya excavació.
- ORFILA, M. 1997. Arqueologia romana, I-IV a *Enciclopèdia de Menorca*. Ciutadella. Cf. pp. 197-263.
- PIQUÉ, R. 1999. La gestión de los recursos leñosos en la Cova des Càrritx a V. Lull *et alii*, 1999. Cf. pp. 489-520.
- PLANTALAMOR, L. i MARQUÉS, J. 2001. *Biniat Nou: el megalitisme mediterrani a Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, 24. 188 pp.
- PLANTALAMOR, L. i RITA, M.C. 1984. Formas de población durante el segundo y primer milenio BC en Menorca. Son Mercer de Baix, transición entre la cultura pre-talayótica y talayótica a W.H. Waldren, R. Chapman, J. Lewthwaite i R.C. Kennard, (eds.) *The Deya Conference of Prehistory: Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. B.A.R. International Series 229. Oxford. Cf. pp. 797-826.
- PLANTALAMOR, L. i VAN STRYDONCK, M. 1997. *La cronologia de la Prehistòria de Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, 20. Maó. 83 pp.
- PLANTALAMOR, L. i LÓPEZ, A. 1983. La naveta occidental de Biniac-Argentina (Alaior, Menorca) a *Noticario Arqueológico Hispánico* 15: 361-381. Madrid.
- PLANTALAMOR, LL. 1991. *L'arquitectura prehistòrica i protobistòrica de Menorca i el seu marc cultural*. Conselleria de Cultura del Govern Balear. Treballs del Museu de Menorca, 12. Maó. 591 pp.
- RITA, M.C. 1987. Evolución de la cultura pre-talayótica menorquina a través de los yacimientos de Morellet y Son Mercer de Baix. *Un millennio di relazioni fra la Sardegna e i Paesi del Mediterraneo*. STEF, Cagliari. Cf. pp. 547-555.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G., PLANTALAMOR, L. i LÓPEZ, A. 1980. Excavaciones Arqueológicas en Torre d'En Gaumés (Alaior, Menorca). I La sepultura megalítica de Ses Roques Llises. *Noticario Arqueológico Hispánico*, 8: 78-131. Madrid.
- SCHÜLE, W. 1970. Navegación primitiva y visibilidad de la tierra en el Mediterráneo a *XI Congreso Nacional de Arqueología*. Mérida. Cf. pp 449-462.
- SONDAAR, P.Y. 1996. L'impacte dels homes primerencs sobre els ambients insulars. *Revista de Ciència*, 18: 45-46. I.E.B. Palma.
- YLL, E.I., PÉREZ-OBÍOL, R. i JULIÀ, R. 1994. Vegetation change in the Balearic Islands (Spain) during the Holocene. *Historical Biology* 9: 1-7.
- YLL, E.I, PÉREZ-OBÍOL, R., PANTALEÓN-CANO, J. i ROURE, J.M. 1997. Palynological Evidence for Climatic Change and Human Activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands). *Quaternary Research* 48: 339-347.
- ZUCCA, R.1998. *Insulae Baliares. Le isole Baleari sotto il dominio romano*. Carocci Editore. Roma.

# ELS ASSENTAMENTS ANDALUSINS AL MIGJORN DE MENORCA

Fèlix Retamero

Àrea d'Història Medieval. Universitat Autònoma de Barcelona

## LA COLONITZACIÓ ÀRAB I BERBER

L'estat actual de la recerca no permet tenir uns coneixements de la mateixa qualitat sobre la totalitat dels assentaments pagesos andalusins del Migjorn de Menorca. La zona compresa entre els barrancs d'Algendar i de cala en Porter és la millor coneguda (Fig. 22.1). Aquesta regió, solcada per barrancs que discorren des del centre de l'illa fins a la mar, és la que conté la major part dels assentaments andalusins i, d'altra banda, allà on són més denses les concentracions residencials. A la zona occidental, al sud de l'antiga *Madīna Manurqa*, l'actual Ciutadella de Menorca, és probable que les pràctiques agrícoles principals haguessin estat centrades en la irrigació amb pous de sinya. Al sudest, deixant de banda els vergers de Maó, sembla que les residències andalusines estaven normalment associades a canalons secs, com en el cas de Binialmaia, a Alaior, i a torrents, com ara el de Binidalfí, i el de Binissafúller, a Sant Lluís. Però tot això està encara per estudiar.

Sembla clar que els grups pagesos que van colonitzar el sud de l'illa des de principis del segle X van optar per construir els seus espais de supervivència principals allà on es trobaven les millors condicions de sòl i d'hu-

mitat per a la fixació d'espais de conreu perennes. Convé destacar que aquests nous grups manejava un complex paquet de coneixements tècnics que incloïa la reproducció de plantes poc difoses o desconegudes a l'occident de la Mediterrània. Algunes d'aquestes noves espècies eren originàries de zones de clima monzònic i requerien la construcció de sistemes de reg. De tota manera, aquesta preferent fixació de camps de conreu perennes mitjançant xarxes hidràuliques no ha de ser entesa únicament com una exigència tècnica dels nous cultigens. Aquesta solució principal, ben constatada arqueològicament i documentalment, ha de ser entesa dins d'una estratègia de supervivència concebuda per a reduir el marge de risc mitjançant el mestratge dels ritmes de maduració de les plantes. La irrigació controlada permetia, entre altres coses, convertir l'estiu en un període de creixement d'una gran varietat de plantes, eixamplar els períodes de collita i trencar els rígids moments de recol·lecció determinats pel reg exclusivament pluvial.

Els antics noms d'alguns d'aquests grups de parles àrabs i berbers han quedat fixats en la nomenclatura de molts llocs de la zona dels barrancs, al Migjorn de Menorca. Biniatrum, Binicalsitx o Binissaid, al marge dret del barranc d'Algendar; Biniatzèn, Albranca i Trebalúger, associats al barranc d'aquest mateix

nom; Granada, al nord de l'actual municipi d'Es Migjorn, i Binigaus i Binicodrell al sud i a l'est. Entre el barranc des Bec i el de Cala en Porter trobem Llucaquelba, Lucassaldent, Binialmès, Torressolí i Lluccalari. Associats als plans d'Alaior, Binillubet, Biniguarda, Turmadèn, Binixabó i s'Almudaina. Aquests noms d'alqueries andalusines comprenien unes zones molt més àmplies que les ocupades pels llocs actuals. Les segregacions de les possessions constituïdes després de la conquesta del 1287, documentades en algun cas a principis del XVI i intensificades al llarg del XVIII, han provocat sovint el desplaçament d'aquests topònims antics.

Així, per posar un exemple, sembla clar que el Biniatzèn d'època andalusina, actual-

ment dins del terme municipal d'Es Migjorn, incloïa els llocs moderns de na Foradada i Sant Roc. Fins i tot, és probable que hagués comprès també sa Mola i Son Camaró, ja dins l'actual terme de Ferreries. Això és el que fa pensar l'existència d'un sistema hidràulic associat als jaciments andalusins siglats com a SRO i SCA (Fig. 22.2), situats als dos marges del barranc.

Descomptades les ampliacions, ben discernibles sobre el terreny, aquest espai de conreu delimitat per la captació, a la font de na Foradada, el torrent i l'estret que tanca la terrassa al·luvial sota Son Camaró, ocupava unes 0,8 ha, aproximadament (Fig. 22.2). Es tracta d'una grandària repetida en altres casos coneguts d'espais irrigats andalusins a Algendar, al mateix barranc de Trebalúger i a la

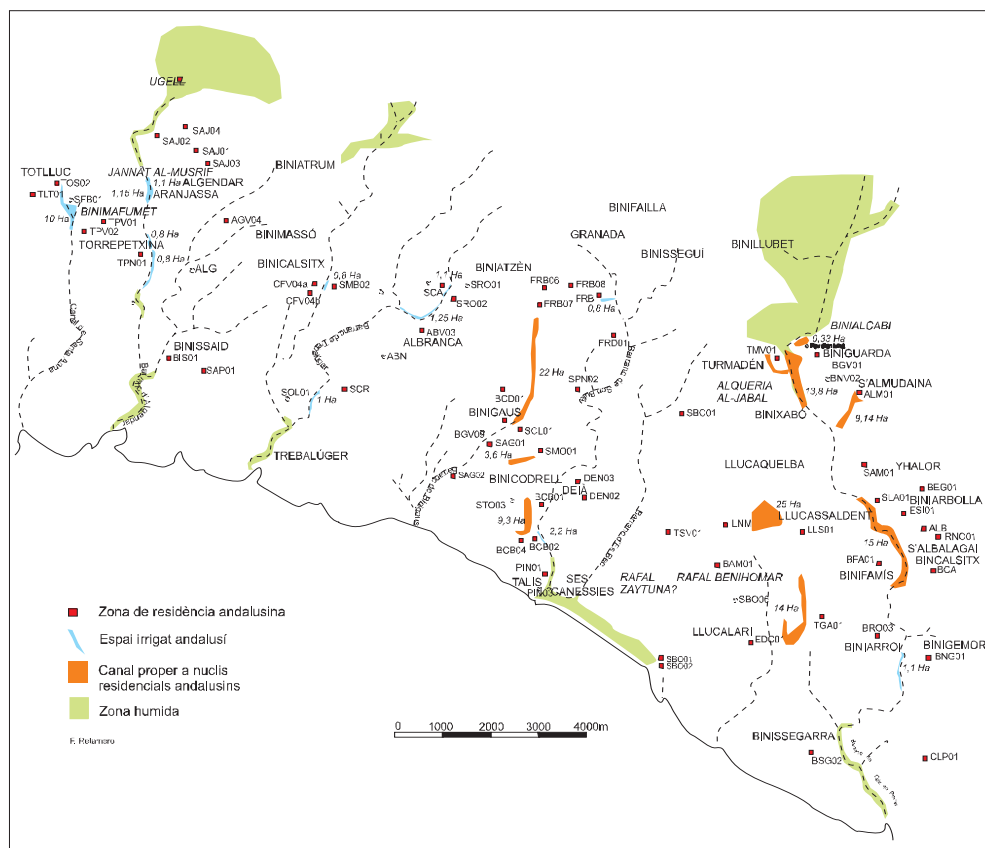


Fig. 22.1. Mapa dels assentaments andalusins entre els barrancs d'Algendar i de Cala en Porter.

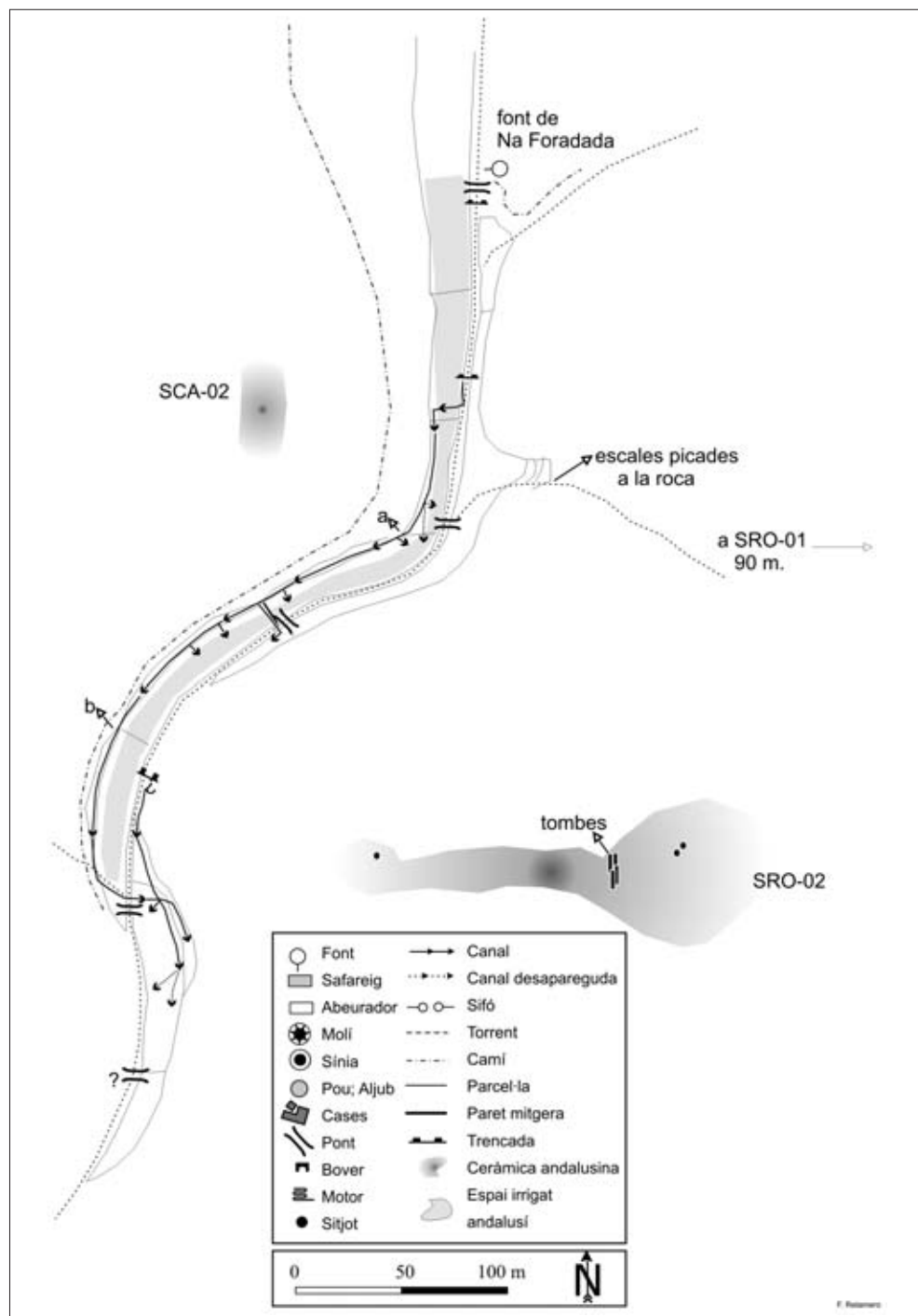


Fig. 22.2. Sistema de la font de na Foradada, al barranc de Trebalúger.

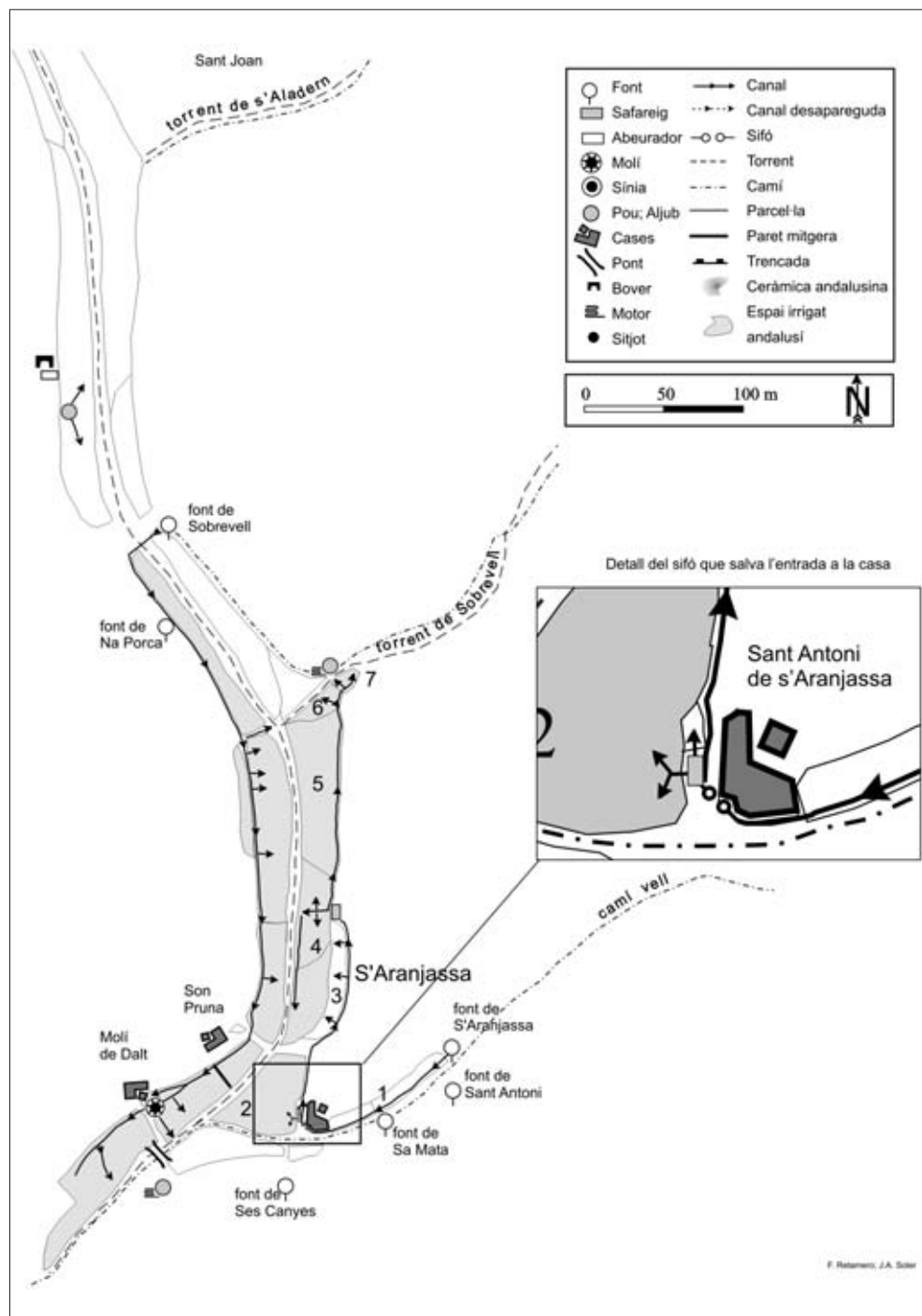


Fig. 22.3. Sistemes de la font de Sobrevell i de la font de s'Aranjassa, al barranc d'Algendar.

capçalera del de Son Boter, com veurem més endavant. De la mateixa manera, la disposició de les zones de residència a banda i banda de l'espai creat i a una distància similar d'aquest, es repeteix també a Algendar, a Trebalúger i a cala en Porter. La qüestió de les distàncies és fonamental, ja que els grups andalusins van decidir la localització de les zones de residència tenint en compte principalment la fatiga produïda pels desplaçaments cap als camps de conreu del fons dels barrancs, allà on tenien lloc les rutines feineres principals. És clar que també van tenir en compte, subsidiàriament, l'existència de restes de construccions anteriors ben consistents, com mostra la freqüent ocupació d'antics poblats talaiòtics. En cap dels assentaments andalusins estudiats al sud de Menorca el temps de desplaçament no superava els 20 minuts.

Una altra particularitat constructiva, repetida en tots els sistemes andalusins identificats al sud de l'illa, és el rígid encastament de l'espai irrigat entre la captació, sempre una font; la canal de distribució de l'aigua, originàriament traçada arran de terra; el torrent, i els estrets formats pel curs del torrent i les penyes del barranc. Aquesta opció limitava les possibilitats d'ampliació de l'espai irrigat després de la construcció primerenca. Això es pot observar molt clarament, per posar un altre exemple, en el sistema hidràulic de s'Aranjassa, al barranc d'Algendar (Fig. 22.3). No hi ha dubte que aquest espai, juntament amb el que hi ha a l'altra banda del barranc, entre la font de Sobrevell (s'Alberg Vell) i l'actual lloc del molí de Dalt, formaven l'antic *jannât al-mušrif* (el verger del moixerif) documentat el 1290. Doncs bé, tal com es pot observar a la figura 22.4, les modificacions efectuades en època moderna sobre el disseny originari van exigir una gran mobilització de feina (principalment aixecar el nivell de la canal i aterassar el coster) per a obtenir una extensió cultivable ben modesta. Això vol dir que els constructors d'aquests sistemes van fixar unes dimensions primerenques que podien ser ampliadades de manera molt limitada i a costa d'un gran esforç. El llindar de la supervivència calculat pel grup fundacional va comprometre, doncs, les gene-

racions posteriors, que havien de gestionar un enginyer travat, poc apte per a ser ampliat de manera substancial.

La mateixa rigidesa trobem en el sistema construït a partir de la font Rodona, al nord del terme d'Es Migjorn (Fig. 22.5). Com en el cas de na Foradada, comentat abans, l'extensió primigèniament construïda ocupava 0,8 ha. L'ampliació posterior, fins a 1,5 ha, es va fer a costa de convertir en espai de conreu la superfície inicialment ocupada pel poblat andalusí i, posteriorment, per la residència construïda després del 1287 i abandonada segles més tard, tot just vora la captació (Fig. 22.5). No hi havia una altra manera de fer-ho, atesos els estrictes límits fixats pels pendents i el curs del torrent.

## LA FIXACIÓ I L'ESVAÏMENT DELS ESPAIS IRRIGATS

Aquesta lògica fundacional dels sistemes hidràulics de la colonització andalusina ha quedat fixada en els dissenys inicials d'aquests sistemes, els quals poden ser arqueo-

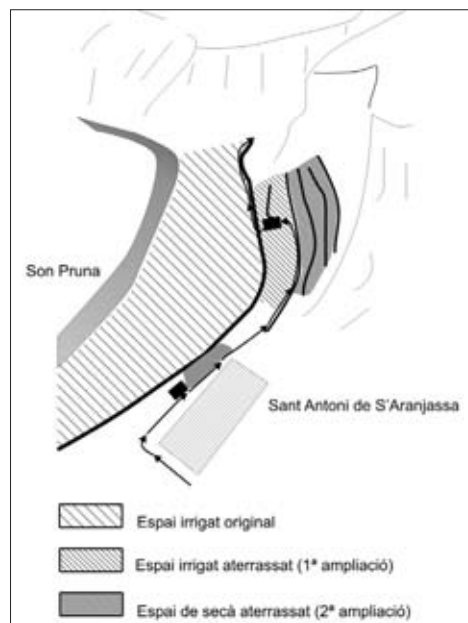


Fig. 22.4. Croquis de la seqüència constructiva del sistema de s'Aranjassa, a Algendar.

lògicament reconstituïts. En tots els casos, les construccions posteriors, sobretot des del XVII en endavant, han comportat canvis en aquests dissenys primerencs, de vegades, fins al punt d'esvair-los completament. Contràriament, alguns exemples permeten explicar com la diferent lògica social impresa en les gestions agràries d'època moderna van fixar els traçats més antics. Això és ben apreciable als sistemes de la font de Sobrevell (Fig. 22.3) i del molí de Baix (Fig. 22.6), a Algendar, on l'ordenació de l'aigua va ser supeditada després del 1287 a la possibilitat de dominar energia per a la mòlta i l'aprest amb la construcció de molins de roda vertical al final dels circuits hidràulics. Els dos molins, documentats ja al segle XVI i encara visibles, van ser construccions superposades a un disseny hidràulic anterior, el qual, amb aquesta inclusió, va ser fixat i supeditat a una lògica nova.

Ben diferent és el cas del sistema hidràulic de sa Vall, al barranc de Son Boter (Fig. 22.7). Les restes del sistema hidràulic construït a partir de la font de sa Vall corresponen a un disseny determinat per la construcció successiva dels dos molins ja existents —primer un de fariner i després un de draper— durant el primer terç del segle XVII. Cal advertir, però, que aquesta construcció moderna, inscrita dins l'empresa colonitzadora dirigida per l'orde dels agustins, no va comportar la modificació d'un disseny preexistent, sinó que es va fer de bell nou. Probablement, l'espai irrigat en època andalusina, relacionat amb la potent concentració poblacional del capdamunt, estava situat en els plans més propers al torrent i hauria ocupat unes 2,2 ha compreses entre el punt de la captació i l'estret que tanca el meandre del torrent (Fig. 22.7). Aquesta grandària és la mateixa que la que tenien els denominats “vergers del moixerif”, a Algendar, documentats el 1290 (Fig. 22.3).

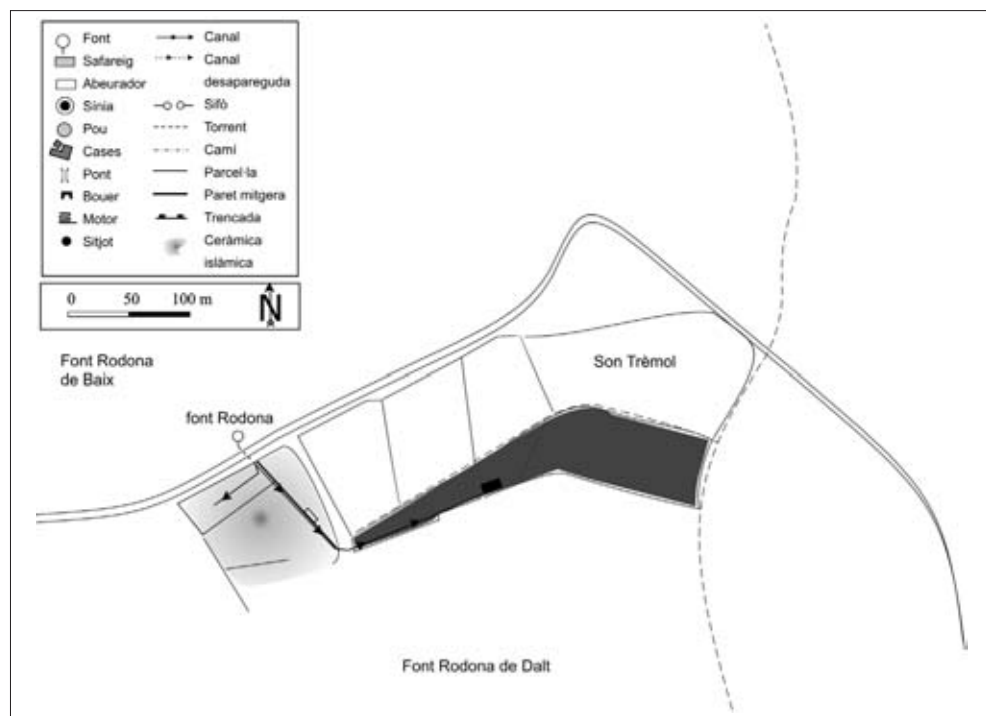


Fig. 22.5. Sistema hidràulic de la font Rodona.



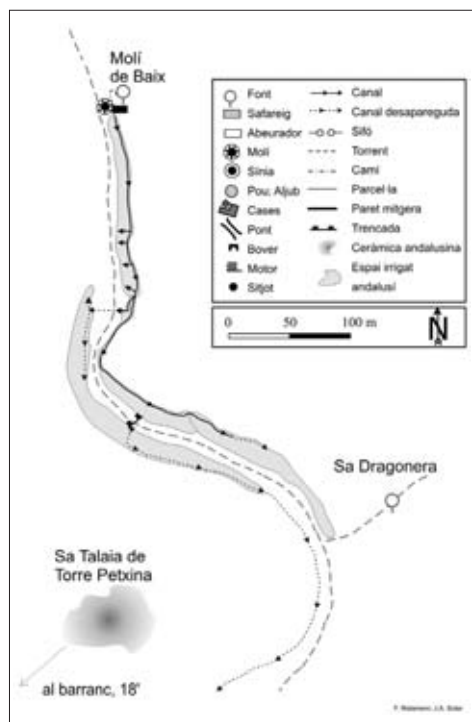


Fig. 22.6. Sistema de la font d'Es Moli, al barranc d'Algendar.

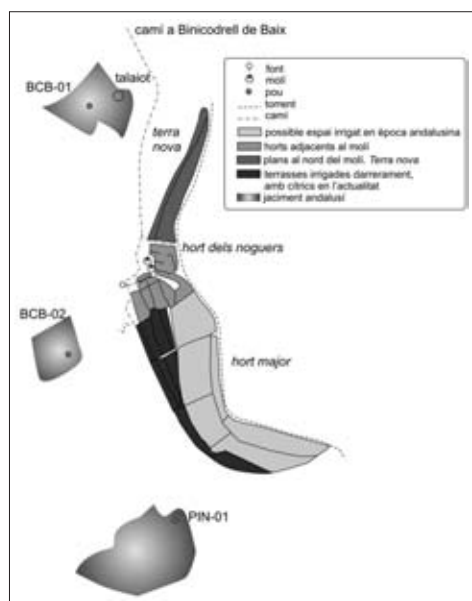


Fig. 22.7. Sistema de la font de sa Vall.

Convé destacar, però, que el disseny modern exclouïa la possibilitat de regar aquests plans de sa Vall situats vora el torrent i destinats a la plantació d'arbres, d'acord amb les referències documentals del XVII i del XVIII. És ben probable, doncs, que la construcció moderna hagués tingut lloc en un espai erm, o subjecte a eventuals gestions agràries que no van generar rastres arqueològics i documentals consistents. Aquest exemple il·lustra una qüestió fonamental: el probable abandonament d'espais irrigats andalusins després de la conquesta del 1287. L'orientació marcadament ramadera de la colonització feudal de l'illa va

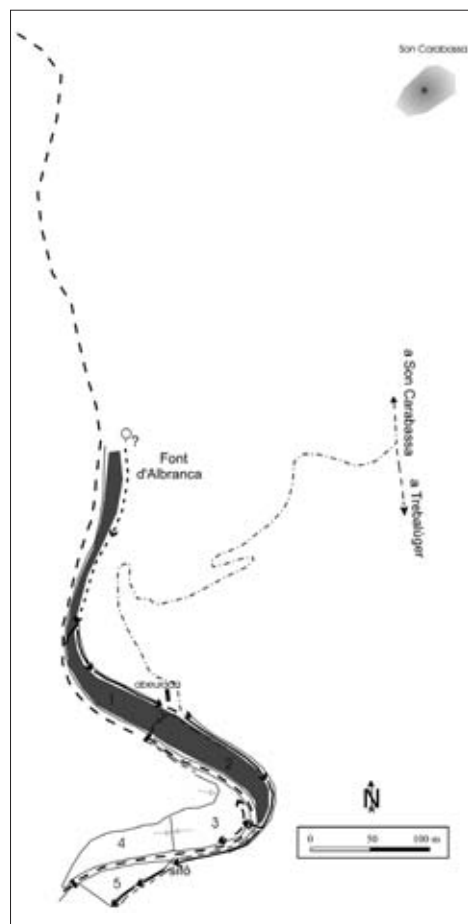


Fig. 22.8. Sistema de la font d'Alبرانca Nou.

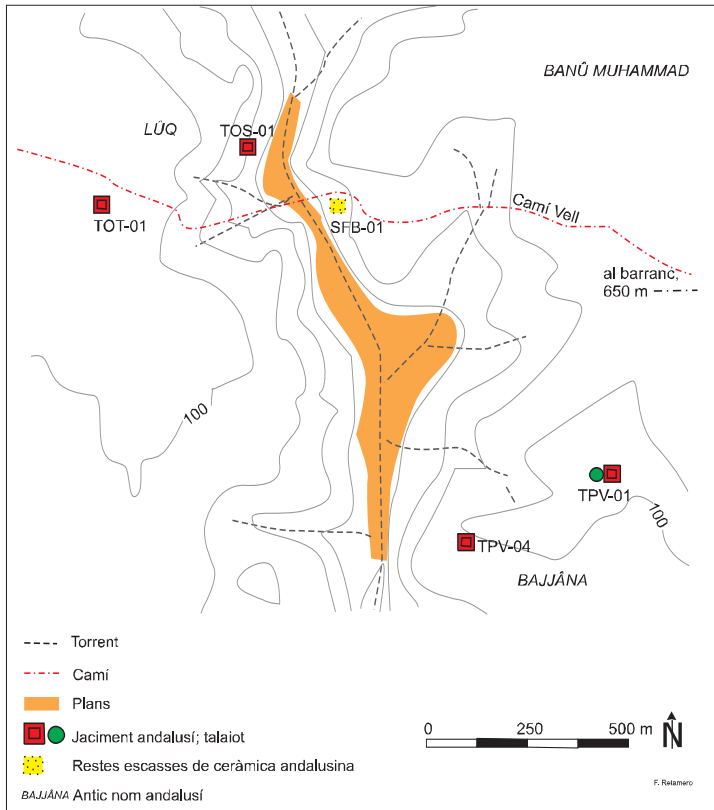


Fig. 22.9. Assentaments andalusins al canal de Santa Anna (Ciutadella).

anar associada a una càrrega poblacional petita, de manera que ni el nombre de gent de les primeres generacions de pagesos traslladats a Menorca després de la conquesta, ni el sentit de les produccions colonials primerenques, van fer possible el manteniment de bona part dels antics espais irrigats andalusins.

Una altra mostra d'aquest probable abandonament, la trobem en el sistema construït a partir de la font d'Albranca Nou, al barranc de Trebalúger (Fig. 22.8). La construcció visible encara, que ocupa més de 6 ha, correspon a una empresa que es pot datar entre finals del XIX i començaments del XX. De manera temptativa, es pot proposar, però, l'existència d'un espai anterior, esvaït, que hauria ocupat una extensió aproximada d'1,1 ha, un mòdul repetit en altres casos clarament vinculats a la colonització andalusina (Fig. 22.5).

## ELS PAGESOS DE FORA DELS BARRANCS

Un altre tret destacable de la colonització andalusina del sud de Menorca és la importància de la gestió de l'inculte en les seleccions residencials d'aquells pagesos i, de manera subsidiària, de la possibilitat de reutilitzar les sòlides estructures megalítiques bastides segles abans. Això es pot observar clarament en la concentració residencial vinculada al barranc de Binigaus (Fig. 22.1), abrupte i poc apte per a la construcció d'espais de conreu estables. De tota manera, ni la mera proximitat del barranc, amb les possibilitats de gestió de la salvatgina associades, ni les contundents restes constructives trobades, no poden explicar la densitat poblacional suggerida pels abundants llocs de residència associats a aquest barranc i la densitat del rastre ceràmic observat en

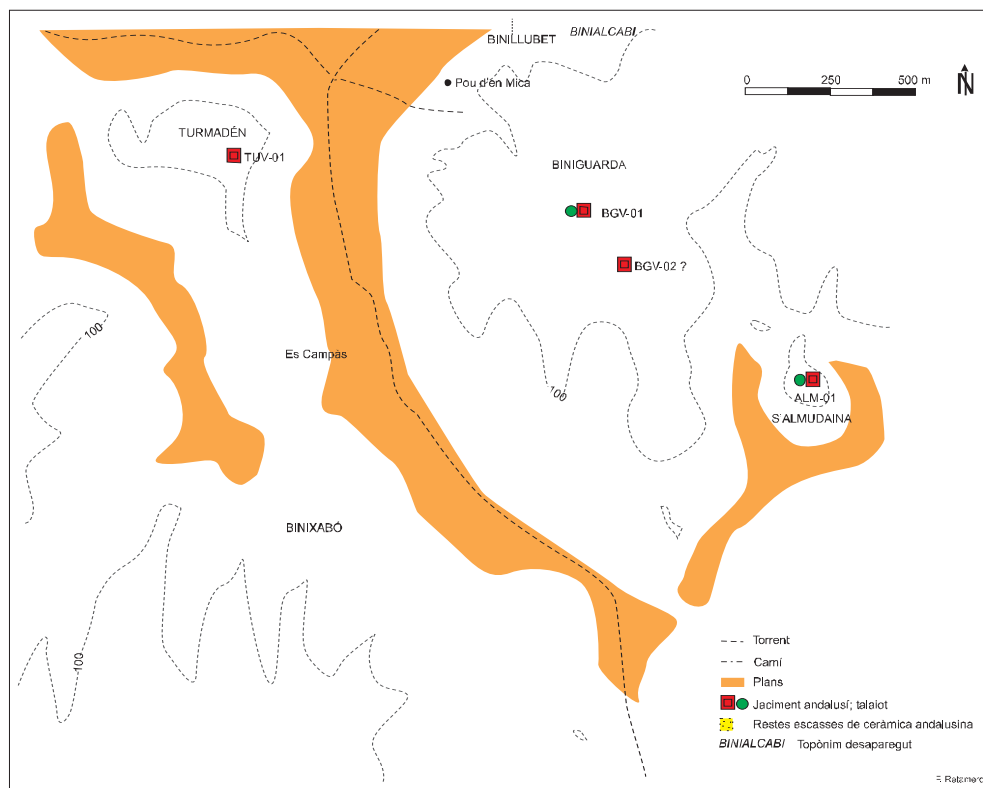


Fig. 22.10. Plans entre Turmadén i s'Almudaina (Alaior)

alguns d'aquests jaciments. Una colonització pagesa que va generar una xarxa tan densa de residències fixes, com l'andalusina, no pot ser explicada tan sols per la gestió de zones inculcades dins o fora dels barrancs.

Sovint, la mateixa disposició de les seleccions residencials d'aquests pagesos andalusins delimiten clarament els espais centrals de la seva reproducció fora dels barrancs. Aquest és el cas, per exemple, de la xarxa de jaciments que circumda la capçalera del canal de Santa Anna, a ponent d'Algendar (Figs. 22.1 i 22.9). La mateixa pauta es pot observar també en els assentaments creats al sud dels plans d'Alaior, centrats en l'extensió coneguda com es Campàs (Fig. 22.10). De manera similar, entre els antics Binigaus i Binicodrell, les agrupacions residencials andalusines, formades per nuclis separats entre 500 i 700 m, apareixen clarament

associades a zones baixes, a canalons "secs", tal com es pot observar a la figura 22.1. La separació entre les zones de residència i aquests canals no supera els 500-700 m, la mateixa distància que hi ha normalment entre els diferents jaciments.

Resulta molt destacable el fet que les extensions estimades d'aquests plans de fora dels barrancs principals no anessin més enllà d'unes desenes d'hectàrees. A més, aquestes grandàries són ben congruents amb les extensions registrades en la documentació immediatament posterior al 1287, relativa a algunes alqueries i rafals andalusins, com ara Biniguarda, Turmadén i Binixabó, a la capçalera del barranc de Cala en Porter. D'acord amb aquests esments documentals, les extensions dels espais de conreu de "secà" s'ordenaven normalment a l'entorn de les sis jovades, en el

cas de les alqueries, i de dues o tres normalment, en el dels rafals, és a dir, entre unes 18 ha i 9 ha, respectivament. La reiteració d'aquestes grandàries, tot just en el moment de la conquesta, mostra que les dimensions dels espais de "secà" andalusins no van ser tampoc progressivament engrandides de manera significativa després de la construcció primerenca. Altrament, les dimensions registrades a finals del XIII haurien estat ben diverses.

En resum. Pel que se sap ara com ara, la construcció de l'espai pagès dins a la zona central del migjorn de Menorca, en època andalusina va suposar, en total, l'habilitació d'unes 10 ha d'espais irrigats, situats en diferents sectors dels barrancs compresos entre el d'Algendar i el de Cala en Porter. En general, aquestes seleccions estan associades a les concentracions poblacionals més importants, d'acord amb la quantitat dels jaciments registrats i de la densitat de les restes ceràmiques que s'observen superficialment. Aquesta colonització centrada en els barrancs no va suposar, però, la construcció successiva de nous camps de conreu perennes, fins a la saturació de tot l'espai disponible. Contràriament, sembla clar que els pagesos andalusins van incloure dins l'estratègia de subsistència la gestió d'extenses zones incultes, de manera que, amb la creació d'espais polítics molt extensos, s'impedia la construcció de nous assentaments. Fora dels centres de les antigues alqueries andalusines, trobem ocupacions esparses que confirmen igualment la determinant importància dels barrancs a l'hora de fer la selecció dels establiments pagesos. A diferència de la colonització moderna, completada ja al segle XX, els barrancs no eren espais atapeïts en època andalusina.

La mateixa fixació de dimensions poc susceptibles de ser ampliades es pot trobar en el cas dels assentaments vinculats a alguns dels canalons que solquen els intersticis situats entre els barrancs principals. En aquest cas, però, la delimitació dels espais de conreu s'ha de fer, ara com ara, de manera especulativa a partir de la situació de les zones de residència. Les dimensions estimades, confirmades pels esments documentals datats tot just després de la conquesta de 1287, permeten parlar d'unes

extensions de conreu petites (de poques desenes d'hectàrees, a tot estirar) i de grandàries repetides en diferents llocs de l'illa.

La repetició de les solucions adoptades a l'hora d'organitzar els assentaments pagesos del sud de l'illa en època andalusina revelen l'existència d'una pauta colonitzadora centrada en la fixació estricta de les dimensions originàries dels espais de conreu creats, tant irrigats artificialment com de "secà". Els pagesos que van trobar els conquistadors feudals a finals del XIII seguien rutines organitzatives poc aptes per a ser sotmeses a lògiques productives determinades per les especialitzacions i les colonitzacions contínues de nous espais agraris. Tal vegada per això van ser exterminats.

## BIBLIOGRAFIA

- BARCELÓ, M. 1995. De la congruencia y la homogeneidad de los espacios hidráulicos en al-Andalus. *El agua en la agricultura de al-Andalus*, El Legado Andalusí, cf. pp. 25-39.
- LOURIE, E. 1980-1981. La colonización cristiana de Menorca durante el reinado de Alfonso III "el Liberal", rey de Aragón. *Analecta Sacra Tarraconensia*, 53-54: 135-186.
- MOLL, B. 1998-1999. Quan Alaior era Yhalor. *S'ull de sol*, octubre, 1998; maig, 1999, Alaior.
- ORTEGA, J. i A. PIERA, A. 2001. Sobre las zonas de residencia de las comunidades campesinas andalusíes: el caso de Binigemor en *Manurqa*. *Revista de Menorca*, 85-II.
- PARPAL, C. 1901. *La conquista de Menorca en 1287 por Alfonso III de Aragón*, Barcelona.
- RETAMERO, F. 1998. Espacios agrarios andalusíes en el barranco de Algendar (Menorca). Primeras consideraciones. *Arqueología del paisaje. Arqueología espacial*, 19-20: 261-270.
- RETAMERO, F. 2000. Gorge builders. Andalusí peasant settlements in the South of Minorca island (10th-13th). *Ruralia III, Památky archeologické*, 14: 177-186. Praga.
- RETAMERO, F. 2002. Gestiones campesinas de llanos y de barrancos en el término de Alaior (Menorca). Siglos X-XIII, dins C. Trillo (ed.), *Asentamientos rurales y territorio en el Mediterráneo medieval*, Athos-Pérgamos, Granada, cf. pp. 187-220.
- RETAMERO, F. i B. MOLL, B. 2003. Moneda y *madina*. El caso de Manurqa, dins M.A. Ginés, ed., *La arqueología medieval en la arqueología*, Granada.
- ROSSELLÓ VAQUER, R. 1980. *Aportació a la història medieval de Menorca. El segle XIII*. Consell Insular de Menorca.
- ROSSELLÓ VAQUER, R. 1982. *Aportació documental a la història medieval de Menorca. El segle XV*. Consell Insular de Menorca.
- ROSSELLÓ VAQUER, R. 1985. *Aportació a la història medieval de Menorca. Segle XIV (Reis de Mallorca i Pere el Cerimoniós)*, Consell Insular de Menorca.
- ROSSELLÓ VAQUER, R. 1998. *Noticiari de Menorca*, Felanitx.

# LA HUMANITZACIÓ DE LA MENORCA DE MIGJORN

Tomàs Vidal Bendito

*Departament de Geografia Humana. Universitat de Barcelona*

## INTRODUCCIÓ

Menorca és una illa petita i solitària, la més aïllada de la Mediterrània. La seva isolada centralitat, la mantingué al marge del poblament humà fins a dates molt tardanes i quan a la fi hi arribaren els primers homes, visqueren amb pocs contactes amb l'exterior, durant centúries, desenvolupant formes de vida de certa originalitat a causa, principalment, de la migrada comunicació amb altra gent. Pocs testimonis deixaren els romans i els musulmans i la molt tardana incorporació de l'illa al món cristià no canvià gaire les coses. Fins i tot, en el segle XVI, es pensà en despoblar l'illa atès que semblava poc rendible la seva defensa, davant l'amenaça turca, i aquests, els turcs, gairebé van aconseguir d'emparar-se'n *manu militari*. Tanmateix, però, una mica més tard, quan les coses anaven molt malament en el seu entorn, en el segle XVII, els menorquins es despertaren i l'economia i la demografia donaren un notable pas endavant. A les acaballes d'aquest segle les dues viles insulars, insignificants fins aleshores, s'acostaren, a tots els efectes, al rang de ciutat. El segle següent, el de les llums, fou políticament tan insòlit com socialment i econòmicament dinàmic. L'illa canvià d'amos i de

bandera sis vegades, però, al cap i la fi, els menorquins, a principi del segle XIX, eren més, més rics i més cultes que abans i més, encara, que molts dels seus veïns. Maó (Fig. 23.1) fou el motor dels canvis i en les esmentades dates es permeté el luxe de desenvolupar un dels primers eixamples de l'urbanisme ibèric ja que arribà a fregar l'aleshores gens menyspreable xifra de 20.000 habitants. Acabada la guerra del francès, la situació es complicà i els menorquins ho passaren magre, tot i que foren capaços de no tornar enrere. Una precoç modernització demogràfica i una emigració, notable en certs moments, donaren lloc a un moderat creixement poblacional en el XIX i la societat menorquina que s'havia desagrairitzat, progressivament i sensiblement, al llarg del XVIII trobà camins per a seguir aquesta via de forma que cap al darrer terç del XIX esdevingué una societat bàsicament industrial, prou avançada a la llum dels indicadors demogràfics i socioeconòmics. Amb alts i baixos, la situació progressà en el segle XX fins que, en el darrer terç de la centúria, entrà el negoci turístic que cresqué, amb parsimònia i una certa moderació, però amb pas ferm cap a l'hegemonia com a base econòmica.

Aquesta agosarada síntesi de mil·lennis d'història té com a finalitat indicar, de bon principi, que la humanització del territori



Fig. 23.1. Maó, motor dels canvis de la Menorca de principis del segle XIX, desenvolupà un dels primers eixamples de l'urbanisme ibèric.

menorquí ha seguit models d'una certa originalitat, amb fort predomini de la "baixa pressió". La població insular fou feble durant segles i, quan cresqué, ho féu, com hem dit, en un context de dinamització d'activitats no agràries i per això l'illa gairebé no ha conegut situacions agudes de fam de terra per a la supervivència. Això fa que el paisatge insular s'hagi conservat millor que altres. L'estructura agrària ha canviat relativament poc en els darrers dos-cents anys i encara es basa en unitats d'exploració de mitjana i gran superfície: el *lloc*. Avui molts d'aquests llocs estan en un estat de plena obsolescència sota el punt de vista econòmic i d'hàbitat. A molts, ja no hi queda ni record del que era el pas de l'arada i fa dècades que ningú dorm a les seves sòlides cases, però la inscripció en el registre de la propietat roman gairebé intacta. De tota manera, l'esmentada moderació de la pressió humana sobre el territori no exclou una intensa i original humanització del paisatge. Estam en presència d'un paisatge "molt construït"; potser hi ha pocs espais rurals on per a tan poca gent hi hagi tanta obra feta. Més endavant donarem clàrícia de tot això.

El lloc menorquí era, com el mas català, una explotació familiar on l'explotador, propietari o parcer, organitzava la terra de forma que la producció resolgués les necessitats alimentàries d'una o dues famílies amb l'afegit d'una part de productes comercialitzables. La força de treball era bàsicament la familiar que s'allotjava en una casa ubicada a la finca i a partir d'aquest centre neuràlgic, la terra s'organitzava en funció de les oportunitats que oferia la natura i les conveniències dels que la treballaven. En general, el grau d'humanització minvava amb la distància a la casa de manera que cada lloc venia a ser una clariana en un oceà de "marina" (bosc, matollar i erm). El cereal i el bestiar oví n'eren la base. En un lloc mitjà el conradís representava poc més de la meitat de la superfície total i es dividia en tres sementers que eren cultivats de forma rotatòria de manera que més de la meitat del conradís romanien anualment en guaret i servia de pastura al bestiar que comptava també amb notables superfícies de marina. Fins ben entrat el segle XVII, la ramaderia ovina fou la base econòmica sota el punt de vista comercial. La llana menorquina era molt preuada entre els merca-

ders toscans que n'adquirien tanta com podien. En conseqüència, els pagesos primaven l'atenció a aquesta demanda solvent a costa de produccions deficitàries de gra pel que fa a les necessitats del conjunt de l'illa.

Al lloc hi havia terra abundant i mà d'obra diversificada. Els homes tenien ànsia del bestiar i dels treballs agrícoles, inclòs l'hort. Les dones i els infants eren responsables de les feines agràries més casolanes (galliner, fer formatge, etc.) i de les domèstiques. La vivenda era gran i comparativament confortable. Les construccions de destinació ramadera no foren rellevants fins a finals del segle XIX, però a partir d'aleshores proliferaren, fins i tot amb luxe.

Sabem poc de la vida pagesa anterior al segle XVIII, però tot sembla indicar que el paisatge rural i les formes de vida canviaren sensiblement en el segle XIX i que el que avui encara en queda i que consideram tradicional, és relativament modern.

En resum, el paisatge rural de Menorca és el resultat de la interacció de factors naturals i socials. Els primers són quasi inalterables, però els segons canvien, i molt, amb el temps. La màxima intensitat de l'acció humana tingué lloc, com hem dit, en el segle XIX i els protagonistes d'aquest acció foren pocs. La propietat de la terra estava molt concentrada. Devers 1860, el 50 % de la terra estava en mans d'unes trenta persones que controlaven molt especialment les terres litorals. En conseqüència, el que es feu al camp menorquí en el XIX fou, per a bé i per a mal, decisió d'unes poques persones, bàsicament dels "senyors" tradicionals de Ciutadella. A partir de finals del segle XIX, el paper dels nous senyors burgesos anà creixent de forma que a mitjan segle XX la terra menorquina era més burgesa i maonesa que senyorial i ciutadellenca. Els senyors decidien i pagaven, però els pagesos parciers suggerien i feien, de forma que, si la relació entre uns i altres era fluida, es podia avançar bastant. Només d'aquesta manera s'entén la intensa humanització del paisatge per la via constructiva. Les cases, les parets, els corrals, les barraques, les cisternes, les eres, les pallisses, els estables, etc., que proliferaren en el camp

menorquí, no tan sols són moltes sinó que, de més a més, són construccions sòlides i belles ja que, a la seva freqüent bellesa espontània "folk", s'afegeixen a Menorca detalls d'arquitectura culta. Aquest toc sumptuari, superflu, de determinades construccions del camp menorquí, és un fet prou original i significatiu sobre el qual tornarem.

Vistes aquestes generalitats passarem a centrar-nos en el Migjorn.<sup>1</sup>

### EL PAISATGE HUMÀ DE MIGJORN

Menorca és una illa de terres geològicament molt variades, especialment a la meitat nord, a Tramuntana, però, en general, la topografia és poc contrastada. La meitat sud, el Migjorn, és d'una homogeneïtat que frega la monotonia: una plataforma calcària solcada per barrancs, gairebé invisibles des d'enfora, però que compartimenten dràsticament el territori. La roca, de color clar i generalment dura, guaita per tot arreu entre clapes de terra rogenca de poc gruix. No entraré aquí en més detalls físics, simplement recapitaré dient que aquest Migjorn, a primera vista, no sembla un marc massa acollidor per a la vida humana, molt menys que la Tramuntana on, fora d'alguns tràgics roquissars litorals, bona part de les terres presenten una fesomia més amable. Tanmateix, però, són les adustes terres migjorneres les que sempre han estat preferides pels pobladors. L'explicació més plausible de tot plegat rau en el caràcter palúdic de moltes àrees de Tramuntana, degut a la impermeabilitat dels sòls i al blocatge de les desembocadures dels torrents per barres d'arena darrera de les quals es formen albuferes i prats. També podem pensar que la vegetació natural d'aquesta àrea era més difícil de dominar i que les terres conquerides eren més males de llaurar. Igualment es diu que les pastures de Tramuntana són pobres i insanes per a les ovelles.

<sup>1</sup> Per a una visió geogràfica de la història de Menorca, vegi's Vidal (1996).

Sigui com sigui, les dades arqueològiques i els documents confirmen, sense gaire lloc a dubtes, que els menorquins han estat sempre més migjorners que tramuntaners. Una altíssima proporció dels poblats prehistòrics es troben a Migjorn i, també, les dues ciutats històriques. La de Maó està ran del contacte entre les dues Menorques, però preferí l'adusta i ventilada cornisa calcària del sud a les arredossades, assolellades i suaus valls de la riba nord de la *ria*. No cal dir que la situació d'ambdues ciutats té molt a veure amb els ports respectius, però, de ports prou bons, n'hi ha més, com és el cas dels de Fornells i Sanitja, a Tramuntana, que tingueren cap o poc èxit com a esca per al poblament. No cal dir que un cop arrelaren les urbs de llevant, Maó, i de ponent, Ciutadella, la sort de la resta del poblament quedà decidida. La perifèria immediata de les esmentades viles esdevingué un espai molt preuat i bona part d'aquesta rodalia és geològicament Migjorn. De tota manera, la prova més rotunda de la predilecció per part dels menorquins per l'esmentada zona migjornera, la trobam a l'àrea maonesa on, fins a mitjan segle XX, la riba nord del port fou un pràctic desert humà mentre que la perifèria sud havia esdevingut un formiguer des del segle XVI.

Tant al sud com al nord, el primer que ha de resoldre el poblador de Menorca és el problema de l'aigua. Les fonts són rares i els torrents estan més temps secs que actius. Quasi cap dels grans poblats prehistòrics i molts pocs llocs actuals comptaven ni compten amb recursos hídrics naturals al seu entorn. Gairebé el mateix podem dir dels pobles interiors; però, en canvi, Maó i Ciutadella, sí gaudeixen de fonts de certa importància, cosa que ajudà, sens dubte, a l'èxit d'ambdós burgs. Entre les moltes bondats atribuïdes al port de Maó, destaca l'abundància i l'accessibilitat de les fonts per a l'abastament de les naus ja que era possible fer aiguada atracant-hi arran d'algunes. En resum, tret d'aquests dos casos sense parió, la resta del poblament illenc no s'ha regit per la presència de recursos hídrics espontanis i ha optat per la "producció" pròpia a base de pous, aljubs i cisternes allà on ha convingut. A Migjorn els pous són fondos, mals de foradar,

però l'aigua mai no falta. A Tramuntana els pous són superficials, però incerts.

Abans de la conquesta catalana no existien a l'illa més entitats de població que les dues viles esmentades i un castell, Santa Àgueda. Aquest, aixecat a dalt d'un turó, a la Tramuntana, era una fortificació de certa importància, però no sabem quin rang tenia com a lloc habitat. Malauradament ningú no ha estudiat seriosament aquest castell, el més important i enigmàtic vestigi de la Menorca medieval. Fora d'aquests tres nuclis, hi havia uns pocs centenars d'alqueries que, potser, constituïen ja una constel·lació d'hàbitat disseminat. Sens dubte, molts dels llocs actuals són descendents directes d'aquestes alqueries i conserven encara el nom aràbic. Segons això darrer, es pot aventurar qualque cosa sobre la distribució espacial del poblament rural musulmà. Malauradament, però, la primera relació sistemàtica d'alqueries que ens ha arribat és tardana, de principis del segle XVII (Vidal, 1969; Murillo, 1988); tot i això, amb aquestes dades i les que apareixen ocasionalment als documents medievals conservats, es constata que també el poblament rural tingué una neta preferència pel Migjorn on les alqueries eren més nombroses i més petites que a Tramuntana. De les 343 alqueries inventariades, 243, més dels dos terços, estaven a Migjorn. L'efecte de la geografia física queda confirmat, però no tant, si tenim en compte el que ja havia indicat: l'influx urbà, de Maó i de Ciutadella. Ambdós termes monopolitzaven més de la meitat de les alqueries insulars i, especialment en torn de Maó, era ja ben perceptible un procés de fragmentació de la propietat rústica.

Els repobladors cristians fundaren pobles i parròquies rurals. Alaior, el poble nou que tingué més èxit, s'ubicà en terres de Migjorn. Ferreries s'instal·là gairebé en el contacte d'entre les dues Menorques i només Es Mercadal, que s'ubicà en plena Tramuntana, gaudió de menys fortuna que els altres. De les tres parròquies sense poble, només una se situà en Migjorn (Sant Joan). Les altres dues (Santa Creu i Sant Llorenç) s'ubicaren en Tramuntana. Cap de les tres, tanmateix, tingué èxit com a aglutinadora de poblament.



**RETRAT D'UN LLOC DE MIGJORN:  
ES RAFALET**

L'alqueria, coneguda més tard com a *possessió* i, finalment com a *lloc*, fou l'eina bàsica de l'antropització de Menorca. Si més no, fou el model que s'imposà a partir del segle XVII i que ha arribat gairebé fins avui. En conseqüència, la forma més eficaç de tractar el tema que ens ocupa és centrar el discurs en l'anàlisi del model. Al camp de Menorca no tot són llocs, ni tots són iguals, però sí podem atrevir-nos a estimar que més de dos terços del paisatge menorquí s'ha fet amb el motle del lloc. Especialment en termes paisatgístics, visuals, hi ha dos tipus de lloc que vénen marcats pel tipus de pedra disponible *in situ*. El paisatge del lloc és un paisatge molt construït i, en conseqüència, la imatge canvia en funció dels materials d'obra. El materials que més s'avenen amb el model són els calcaris en les dues vessants bàsiques: el còdol de penya viva i el marès. El còdol s'empra tal qual es troba, o amb petits retocs, per a fer parets i construccions grolleres. El marès, es treu de la pedrera

en blocs geomètrics, de mides predeterminades, i s'empra per a les construccions importants. Atès que el transport de coses vulgars i feixugues era especialment inviable fins a la revolució dels transports, el marès és rar a les construccions de Tramuntana i les parets d'aquesta àrea són, comparativament, poques i fràgils ja que manca també el còdol dur i aspre de Migjorn molt més apte i abundant. Per tot això, el paisatge de Tramuntana no tan sols està menys poblat sinó que també està menys construït. En resum, el paradigma del paisatge menorquí és el de Migjorn, el dels llocs de Migjorn, i un paradigmàtic exemple d'aquests podria ser es Rafalet de Llevant, del terme actual de Sant Lluís (Fig. 23.2). En conseqüència, anem a veure la biografia d'aquest lloc, especialment com a model organitzador i modificador del medi migjorner (Vidal, 1988 i 1998-99).

L'any 1600 (Vidal, 1969; Murillo, 1988), al capbreu que recull l'inventari de la propietat rústica illenca, apareixen citades, tocant a la costa més oriental de l'illa, dues alqueries anomenades Rafalet. Una, el Rafalet d'en Vidal,



Fig. 23.2. Es Rafalet de Llevant, al terme actual de Sant Lluís, és un dels exemples paradigmàtics de lloc de Migjorn.

pertanyia a un agricultor emfiteuta, els descendents del qual, quatre segles després, segueixen conservant-la en part. L'altra finca, possiblement segregada de l'anterior, era el Rafalet de n'Olives. La primera, la dels Vidal, comptava amb unes 250 ha formades per terrenys que des de la mar remuntaven uns dos quilòmetres terra endins, seguint la conca del barranc que desemboca en una cala dita també des Rafalet. Ambdós Rafalets devien procedir d'un antic Rafal de gran extensió (unes 350 ha) de probable origen musulmà, a jutjar pel nom. Cal dir que en el cas de Menorca els llocs que duen, encara avui, el nom de *rafal* no presenten cap particularitat que els distingeixi de les alqueries o dels llocs, però són freqüents els d'ubicació periurbana. Rafalet és, òbviament, diminutiu de *rafal*, i, en aquest cas no sembla justificat ja que el nostre Rafalet era un lloc de notable extensió i més paradoxal és, encara, que en el segle XVIII fos conegut com a Rafalet Gran. Aquesta finca limitava, al nord, amb Binissaida, al sud, amb Alcafar i Biniancolla i, a l'oest, amb Trebalúger. Totes eren alqueries de nom àrab i totes comptaven, també, com el Rafalet, amb torres de defensa adossades a les construccions residencials i agràries.

Les terres de la finca estaven constituïdes pels vessants suaus de l'esmentat barranc homònim. Aquest, fenedura oberta per l'erosió fluvial a la plataforma calcària, és una estreta gorja (uns 12 m) poc sinuosa i moderadament escarpada (uns 5 m) pel fons del qual solament hi corre aigua després d'alguns aiguats excepcionals ("delobins"). Superats els modestes penya-segats del barranc, les terres s'eleven saument fins a guanyar la pràctica horitzontalitat en una cota pròxima als 40 m. Els sòls són prims, d'argiles roges, i la roca aflora per onsevulga. La finca guaita al mar en alts penyals al nord i en un suau pla inclinat de lapiaz o rascler marí al sud. La cala, oberta al final del barranc, és una estreta i pintoresca gorja d'aigües profundes i transparents però sense cap valor com a refugi d'embarcacions i amb escassa capacitat com a lloc de prendre banys. El llit del barranc està avui ocupat per un ufanós alzinar, encara que no falten els ullastrès que, en aquest medi humit i ombrívol, creixen drets

i fins, gairebé com a bambús. Es tracta del quasi únic barranc de Menorca ocupat al cent per cent per la vegetació natural, "luxè assumible" en un lloc gran.

És mal de saber quin seria l'ús del sòl abans del segle XVIII, però el més probable és que el bosc d'alzines dominàs a la franja costanera fins a prop de la mar, alternant amb bosc clar d'ullastrès i llentiscle en els sectors menys favorables. Les terres de conreu serien les més planes, profundes i arrecerades de l'interior.

A l'extrem més allunyat del mar i invisible des d'aquest, es construí en època incerta (segle XIV?) una vivenda fortificada de certa prestància de la que solament es conserva la base d'una torre amb una sagetera, però fa uns cinquanta anys es conservava encara erecte un arc d'aparença medieval. Entorn de les ruïnes es troben abundants restes de ceràmica medieval de qualitat i, fins i tot, hi ha vestigis de peces de possible filiació musulmana. També es trobà, no lluny d'aquestes ruïnes, un tresoret de monedes medievals (diners d'Alfons V, segle XV). Cal remarcar que els materials i les tècniques constructives són diferents de les que avui considerem típiques. El marès només apareix en llindes i arcs, la resta és pedreny lligat amb morter. És, doncs, presumible que la finca i la casa es remuntin a l'edat mitjana, però les primeres notícies fidedignes sobre el lloc i sobre els seus propietaris són del segle XVI. Sembla que els turcs (Barba-rossa) segrestaren el propietari d'aquesta finca i que els seus hereus no tingueren excessiu interès en rescatar-lo. S'embolicaren en un plet, gràcies al qual sabem moltes coses del lloc i de la família cap a l'any 1600. Resumint, els documents ens presenten una família de pagesos relativament rics que vivien al lloc, però tenien també parada casa (posada) a la vila de Maó. Sembraven cereals i, sobretot, criaven ovelles. Del 1600 fins a començaments del segle XVIII tenim poca informació, però tot indica que ja en el segle XVII els Vidal deixaren de cultivar directament la terra i canviaren de "braç", passaren d'honors a ciutadans, residint i exercint càrrecs públics a la ciutat de Maó. Possiblement gràcies a matrimonis avantatjosos, ampliaren el

seu patrimoni rústic la qual cosa els permeté ésser definitivament absentistes. No obstant això, sabem que optaren, també, per altres activitats lucratives (comerç, professions liberals) amb la qual cosa les rendes de la terra deixaren d'ésser el puntal exclusiu de la seva subsistència. Això darrer és molt important ja que constitueix, com veurem, una de les claus de l'evolució de l'agricultura i del paisatge rural de Menorca, basada en "luxes assumibles" per part dels propietaris.

En el trànsit de cultivadors a absentistes en els segles XVII i XVIII els Vidal no foren una excepció. Les terres patrimonials foren donades, en general en parcel·la, a un nou estament d'empresaris agrícoles, els "amitgers" que es feren càrrec de l'explotació de la gran majoria dels llocs. D'aquesta manera les decisions sobre l'organització agrària de Menorca passaren a ésser compartides per "senyors" (propietaris absentistes) i "amos" (parcers). Un contracte escrit fixava les regles del joc, però de manera laxa que en molts de casos es resumia a precisar que el parcer es comprometia a dur la finca segons "ús i costum de bon conrador". El parcer aportava la força de treball pròpia i la dependent (familiars, assalariats), l'utilitatge (arades, eines, etc.) i part de les llavors. El senyor aportava la terra, les instal·lacions fixes (vivenda, forn, pou, molí, etc.) i una dotació de bestiar (mota), en especial el de feina. Els fruits bàsics es repartien a mitges. El que les inversions estructurals foren a càrrec exclusiu del senyor feia que els "amos" fossin especialment insistents en les peticions de millores d'aquest caire. Pel que es veu, els senyors foren, generalment, bons de convèncer.

A la primavera del segle XIX el propietari des Rafalet Gran decidí dividir-lo en dues explotacions i, d'aquesta manera, nasqueren es Rafalet Vell i es Rafalet Nou. Al "nou", el lloc que estudiarem principalment, li corresponderen les terres litorals, al "vell", les interiors. En termes superficials la partició fou equitativa; la qualitat de les terres litorals, emperò, era molt inferior, possiblement eren terres ermes en alta proporció (marina), amb la qual cosa es Rafalet Nou fou, en el seu inici, una "frontera", unes terres a conquerir per al conreu (fer *terra*

*nova*). La divisió es féu per raons tècniques, per a intensificar la producció, ja que els dos llocs resultants seguien pertanyent, fins avui, a la mateixa família. La subdivisió d'alqueries o llocs és, sortosament, fàcil de seguir gràcies als costums pel que fa a la toponímia. Fins ben entrat el segle XIX, era gairebé segur que, tant el lloc nou com l'originari conservassin el nom primitiu amb additaments prou expressius: per exemple, del Rafal originari del lloc que ens ocupa, sorgiren es Rafalet Gran i es Rafalet Petit. El primer es dividí en Rafalet Vell i Rafalet Nou i el segon en Rafalet Petit, Rafalet de sa Costeta i Rafaletó. Per aquest camí s'arriba a fets pintorescos com, per exemple, l'existència d'un lloc "nou nou" i d'un lloc "nou vell". Altres additaments toponímics ajuden a seguir els processos de disgregació: de Davant i de Darrera, de Dalt i de Baix.

En el cas del Rafalet, contràriament al que és habitual, la divisió de la finca matriu implicà l'abandonament de la vella casa fortificada i la construcció de dues de nova planta. La des Rafalet Vell s'aixecà a prop de l'emplaçament de la casa antiga i es construí segons els racionals, bells i sòlids patrons de l'arquitectura rural menorquina del segle XIX (Vidal, 1972). La casa des Rafalet Nou s'aixecà més a prop del mar, a uns a uns 600 m de la casa vella i de la costa, sobre la cota més alta de l'entorn, des de la qual es compta amb una magnífica vista de 180° de mar. Aquesta preocupació "panoràmica" té, entre altres, una significativa explicació. En el cosmopolita Maó de final del segle XVIII i principi del XIX s'instaurà el gust, entre les classes acabalades, per les residències campestres. Dins d'aquest context, moltes de les cases rurals situades en llocs atractius foren creades o adaptades amb aquesta finalitat d'esbarjo. Generalment l'afer consistí en intercalar una planta en la casa tradicional. El primer pis esdevingué la zona destinada al "senyor", mentre que la planta baixa quedà, com abans, com a vivenda del parcer i les golfes com a magatzem de gra. Des del punt de vista estructural, aquestes mansions campestres són modestes i bàsicament tradicionals, però sovint es revestia la façana principal d'elements arquitectònics cultes, concretament neoclàssics de certa apa-

rença pal·ladiana. Aquesta moda donà lloc a una gran novetat, pel que fa al poblament menorquí: les cases s'acostaren per primera vegada al mar i s'emplaçaren en punts panoràmics i, per tant, esdevingueren molt visibles des del mar. Això darrer era gairebé impensable abans de la pràctica extinció del corsarisme en les aigües de la Mediterrània occidental. Per altra banda, amb la moda de l'esplai campestre, els senyors s'acostaren més a les seves possessions i s'interessaren més pels afers agraris. Fins i tot foren alguns d'aquests llocs parcialment d'esbarjo on es feren més inversions abans sumptuàries que rendibles. De tota manera seria ridícul confondre aquests llocs menorquins amb casa de senyor amb les vil·les de l'aristocràcia anglesa de l'època ja que les primeres són d'un caràcter molt més modest, simple i espartà.

D'aquesta època, principis del segle XIX, tenim contractes de parceria ajustats, en l'essencial, al model que s'aniria consolidant i que encara sobreviu parcialment. A tenor d'un de dits contractes, de 1820, corresponent al Rafalet Vell, deduem les línies mestres de com funcionava un lloc en aquella època.

El propietari, que s'autoanomena "propietari, duenyó i senyor" (sic), cedeix en parceria la "posecio" (sic) des Rafalet a un tercer, el parcer, segons una sèrie de pactes. D'entrada es pacta partir, per la meitat, tota la producció de bestiar, blat, ordi, lli, llegums, llana, anyells, formatge, mantega i porcs. Aquesta és, òbviament, la clàusula fonamental, però n'hi ha moltes més que ofereixen dades esclaridores. D'entre elles la que es refereix a la dotació de capital real que acompanya la terra (unes 130 ha en aquest cas) i que aporta el propietari. Aquesta aportació es dividia en bestiar, farratge, instal·lacions i equip. La dotació de bestiar era com segueix: 6 bous, 3 vaques, 63 ovelles i 1 mardà, 3 truges i 1 verro, 3 someres i la meitat d'una mula. Per a l'alimentació inicial d'aquest bestiar s'aportava tota la palla obtinguda en la collita anterior (del sementer conreat).

La dotació d'equipament constava d'un molí, 1 forn, 2 pous, 10 barreres i 1 palanca de ferro o perpal de 26 lliures (uns 10 kg), indispensable per a rompre i despedregar. Tot

aquest equipament havia d'estar en bon ús i complet: "pou pouant, forn cremant, molí molent i barreres ballant". La presència de 10 barreres en la dotació indica que la finca estava ja organitzada en nombroses "tanques" o closes per al bestiar.

Pel que fa a certs productes relativament excepcionals, els pactes eren més específics i variats. Per exemple, sobre el tabac i les olives, el propietari es reservava certs drets especials; també sobre l'aviram, la sal (recollida als cocons naturals formats a la costa baixa), els aglans, etc. Sobre la vinya també hi ha tractes especials i el propietari es reserva tots els drets sobre un hort de tarongers. El propietari reclama ésser abastat de tota mena de productes per al seu consum domèstic, les "provisions", en proporció equivalent al que hom suposa que el parcer retirarà amb la mateixa finalitat per a la seva casa: gra, palla, llegums, llet, etc.

De tot el que hem vist es desprèn que es Rafalet de principis del segle XIX era una explotació complexa a la qual hi havia un poc de tot, però amb predomini dels cereals i de les ovelles com a productes comercialitzables. En conseqüència, podem parlar d'una orientació mixta de l'explotació: satisfer les necessitats de consum de dues famílies, la del propietari i la del parcer, i obtenir uns excedents de blat, carn, llet, formatge i vi per al mercat. Aquest mosaic d'activitats tenia, com a positiva contrapartida, una diversitat i uns matisos paisatgístics molt atractius.

Una sèrie de pactes complementaris il·lustren sobre detalls molt interessants relatius a l'ordenació de les terres. El segon pacte, en l'ordre de redacció, cosa que subratlla la seva importància, és la prohibició de "restoblar", això vol dir de no respectar el guaret. En general, com veurem, la terra descansava dos anys després d'ésser sembrada de cereal.

Un altre pacte interessant és el referent a la rompuda dels erms (fer *terres noves*). En aquest cas el propietari es compromet a col·laborar en les despeses i es pacta que la pedra resultant es destinarà a la construcció de parets i murs contra l'erosió (encadenats). En sentit semblant van altres pactes relatius a parets. El propietari s'obliga a restaurar (fer i

desfer) 35 canes (aproximadament 35 metres) de paret seca a l'any.

De tot això darrer es dedueix amb claredat el gran interès, ja en aquella època, pel sistema de "tanques". Com ja hem apuntat, el camp de Menorca és una gegantesca quadrícula de closes pètries. Cada cel·la de la dita quadrícula és una "tanca". Cal subratllar aquí aquesta i altres qüestions de vocabulari, ja que sovint hi ha confusions com la de creure que una tanca és una porta o barrera. Les tanques menorquines són recintes comunicats entre ells per "portells" oberts al mur i que compten amb una "barrera", feta amb branques d'ullastre, que controla dita obertura. Aquesta compartimentació contundent de l'espai agrari intern de totes i cada una de les explotacions és el tret més visible i espectacular del camp menorquí i el seu paper és decisiu, tant que dedicarem al tema un apartat especial. En un interessant tractat d'agricultura menorquina de mitjan segle XIX (Soler i Febrer, 1857), els autors ens diuen textualment: "Les parets són tan necessàries que, faltant a una propietat, no es trobaria pagès que la cultivés en parceria".

### UN PAISATGE DE CAMPS MOLT DIVIDITS: LES TANQUES

Les fotografies aèries del camp menorquí i el propi mapa topogràfic 1:25.000 ens ofereixen una imatge sorprenentment "quadriculada". Tota Menorca és un escaquer de petites cel·les relativament geomètriques: les tanques. Un mostreig sobre fotografies aèries de diferents àmbits illencs ens dona com a resultat una mitjana de 1.000 m de paret seca per hectàrea. Això significa que Menorca compta amb la "fotesa" de 70.000 quilòmetres de paret seca i, també, que han estat moguts i trets del sòl ni més ni manco que uns 70 milions de metres cúbics de pedra. Òbviament, sense parets, els camps menorquins serien un pedregar incultivable. En conseqüència, les tanques de Menorca tenen, entre d'altres, dues funcions bàsiques i inseparables: despedregar i tancar. D'altra banda, s'ha de dir que no estam parlant d'uns murs qualssevol. Les parets seques

menorquines són una obra molt sofisticada i sòlida, un petit prodigi artesà. No explicaré aquí els detalls tècnics però sí profunditzaré en les funcions de tan especial element (Fig. 23.3).

Com indicàvem, un lloc no podria funcionar, a "la menorquina", sense parets ja que elles garanteixen la viabilitat i eficàcia de la coexistència i complementarietat entre conreu i ramaderia. El lloc està compartimentat en cel·les amb diferents funcions que se centren en la possibilitat d'ésser totes accessibles o no, en funció del desig del pagès. Cada tanca té diferents accessos. Els accessos principals són els "portells" i les "portellades" que es tanquen amb belles i sòlides barreres fetes amb barres d'ullastre. Els altres accessos són només aptes, respectivament, per a bestiar menut (passadores) i persones (saltadors). Les passadores són un pas en la base de la paret, amb dintell pla o apuntat, pel qual pot passar una ovella i un porc, els "saltadors" són una escaleta de pedres sortints, a ambdós costats del mur, per a ús exclusivament humà.

Hi ha diferents tipus de tanques. La tanca pròpiament dita és més o manco rectangular, d'una superfície pròxima a l'hectàrea. La seva destinació bàsica és el cultiu herbaci. Després tenim la "pleta", de menor extensió i es dedica principalment a hort, fruiters, etc. De més a més, tenim els "corrals", generalment circulars, la missió principal dels quals és la de protegir els arbres aïllats del bestiar. Els més freqüents són un senzill anell de paret que envolta una figuera, un garrofer, o, fins i tot, un redol d'ullastres o alzines. En molts casos els corrals serveixen, també, com a refugi per al bestiar menut que pot accedir al recinte a través d'una "passadora".

Existeixen altres tipus de murs que no serveixen per a tancar, sinó per al control de l'erosió; es tracta dels "encadenats" i dels "fortins", construïts a les vessants, els primers, i a les valls, els segons. Aquestes construccions, juntament amb les parets de les tanques, fan que Menorca sigui avui una terra sense greus problemes d'erosió, una admirable raresa que s'ha estudiat recentment (Bisson, Veyret i Vidal, 1995). Gràcies a la gran proliferació de murs, les aigües topen amb milers d'obstacles

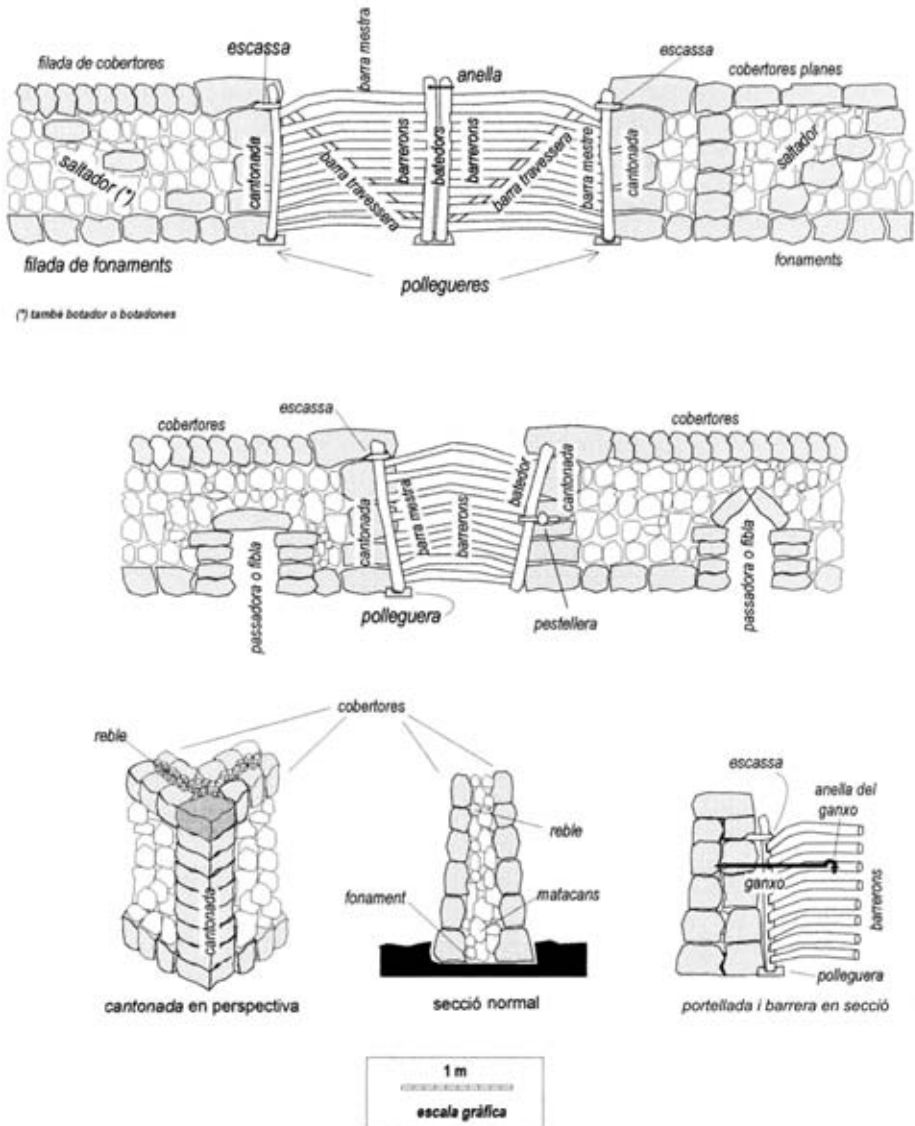


Fig. 23.3. La tanca menorquina i els seus elements: parets i barreres. Amb traç més gruixut i ombrejat les pedres seleccionades i/o rònegament retocades. Amb traç més fi les pedres indiferenciades (còdols). Les més petites (rebile) s'empren de farciment.

i solament aconseguen dur a la mar modestes porcions de sòl. Això també afavoreix la infiltració de l'aigua cap al gran embassament subterrani que és el roquissar calcari. Les tanques tenen, fins i tot, una funció d'ordre microclimàtic. Es procura que la seva forma sigui allargada en sentit est-oest; d'aquesta manera la terra està més protegida del vent del nord –fred i salí– i cada tanca compta així amb una llarga faixa arcerada i assolellada (la “redossa” o solell) que s'aprofita per als cultius més delicats i on cerca recer el bestiar els dies freds. Al contrari, la vorera que mira al nord, l'obaga, és un consol per al bestiar en l'assolellada canícula.

La utilitat i la importància de les tanques és tan gran que totes mereixen tenir i tenen nom propi i el pagès en coneix totes les virtuts o defectes de cadascuna. As Rafalet Nou, que comptava el 1960, data en què deixà de funcionar segons la tradició, amb unes 90 ha, hi havia un centenar de tanques de dimensions molt diverses i variada toponímia.<sup>2</sup> Els mapes de la figura 23.4 ens serviran de base per a explicar, tot seguit, com funcionava un lloc segons el sistema tradicional que tingué plena vigència des del segle XVIII fins a mitjan segle XX.

## EL SISTEMA AGRARI MENORQUÍ

Com hem vist, el lloc és el tipus d'exploració dominant a Menorca. És moderadament extens (més de 10 ha conreables, més de 30 en total) i des de fa segles ha estat regit a escala familiar i orientat vers una producció extensiva i moderadament diversificada en la qual cultius i ramaderia han coexistit de manera complementària i compatible amb la pervivència del bosc i les garrigues. Es tracta d'un model de “baixa pressió”, positiu sota el punt de vista conservacionista. No obstant això, la manera amb què els agents agraris menorquins gestionaven les seves terres estan lluny d'ésser rudimentàries.

Sota una aparença de simplicitat s'amaguen mecanismes molt subtils que impliquen altes dosis d'intel·ligència i tenacitat. Sense aquests ingredients humans l'eficiència productiva dels generalment poc dotats sòls insulars hauria estat molt inferior. Per exemple, la baixa producció i productivitat de tipus cerealista quedava compensada per la productivitat ramadera gràcies a l'exhaustiu aprofitament de les pastures i rostolls que permetia el sistema de tanques. Cada lloc estava dividit en múltiples cel·les que s'organitzaven en tres grups o “sementers” destinats a una rotació triennial. Si a la tardor de l'any 1900, per exemple, se sembrava de cereal un sementer, això implicava que els altres dos quedaven en un descans més o menys accentuat. Un dels sementers, l'acabat de segar, restava en descans total (sementer de “rostoll”) mentre que l'altre suportaria diferents treballs i cultius preparatoris compatibles amb la futura sembra de cereal (sementer de “goret” o guaret).

En el cas des Rafalet Nou, lloc de superfície mitjana, l'extensió total, en època tradicional, fins a 1960, era d'unues 90 ha. La meitat de la terra era conradís i la resta *marina* (alzinar, ullastrar, matollar i pur ermàs de pedres nues castigades pel salpluig). Les 45 ha cultivables estaven dividides en tres sementers d'unues 25 quarteres<sup>3</sup> cadascun. Per a obtenir aquesta superfície conreable s'havia hagut de treballar de valent a l'època de la rompuda,<sup>4</sup> en el segle XIX, però tampoc era lleugera la feina cent anys més tard. Hi havia molts trossos de terra on l'abundància de roca superficial impedia el pas de l'arada romana i per això a tots els llocs de Migjorn es contractaven cavadors de roques a la tardor (santmiquenadal). Allà on l'arada passava, a base de sortejar molts “ganxos”, s'arabassaven molts còdols que s'havien de decantar formant munts o clapers que servien

3 La conversió exacta de les quarteres (mesura de capacitat, de llavor) en unitats superficials és impossible ja que tot depèn de la qualitat del terreny pel que fa a l'admissió de llavor. En el cas des Rafalet, lloc de terra mediocre i dolenta, una hectàrea equivalia a 1.6 quarteres.

4 En els anys cinquanta del segle XX encara es feien terres noves as Rafalet Nou.

2 V. Vidal (1998, p. 107) on hi ha un mapa on es detallen tots els noms de tanca des Rafalet Nou.

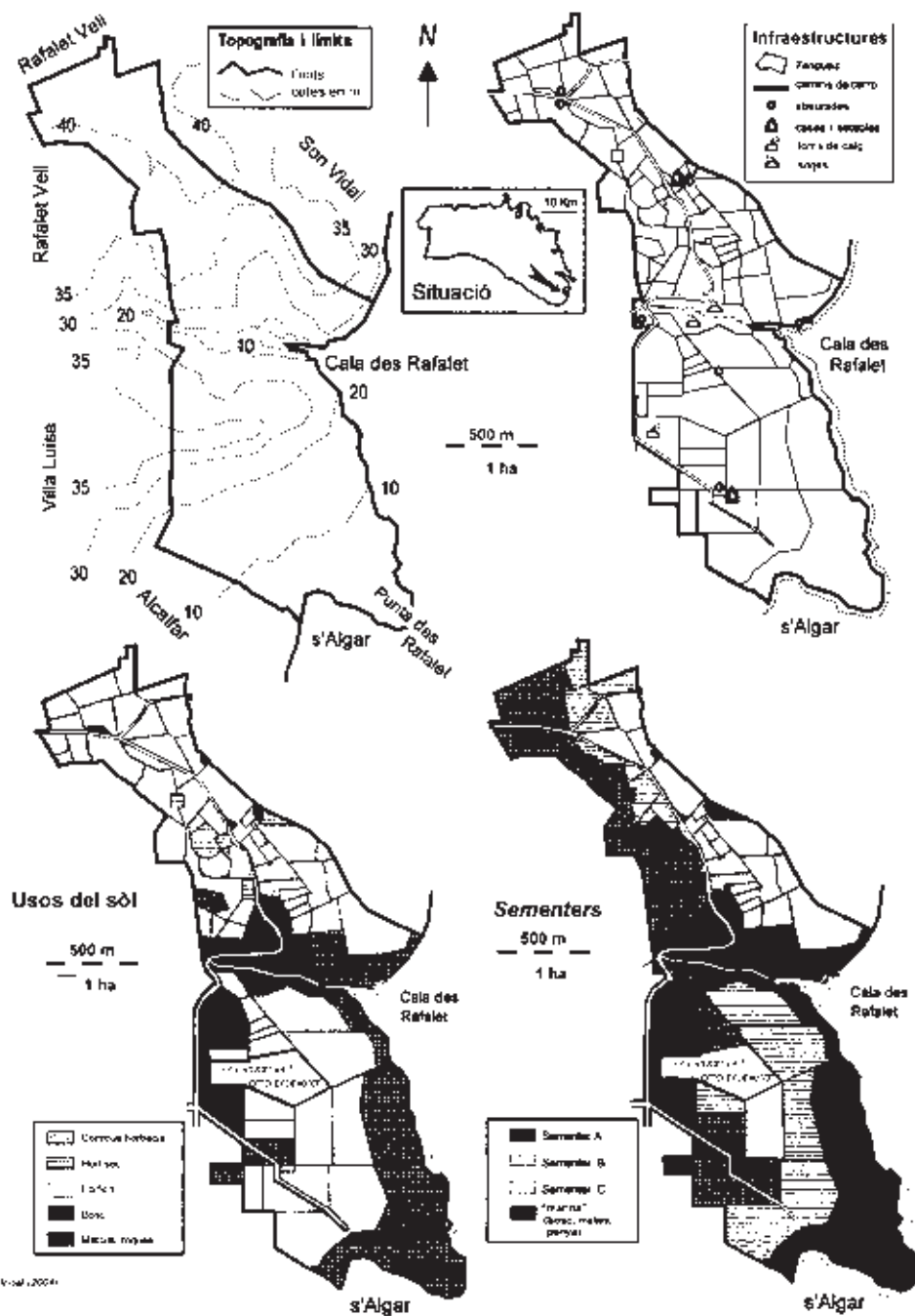


Fig. 23.4. Rafalet Nou: topografia, límits i usos del sòl en 1960.



per a fer noves parets. Si les pluges eren tardanes i no es podia llaurar per l'excessiva duresa de la terra, es desfeien el terrossos a cops de maça. En resum, posar el sementer en condicions de produir era un treball titànic. Quan tot estava a punt, es dedicaven 2/3 del sementer a blat i la resta a ordi i civada, a parts gairebé iguals. Un bon any, el blat donava 10 per 1, però els mals anys tot just s'arribava al 4 per 1. La productivitat mitjana s'acostava 7 x 1 per al blat, mentre que l'ordi i la civada, menys exigents, donaven rendiments més alts. L'adobat de les terres era mínim, encara que alguns senyors, per a estimular l'ús d'adobs químics en pagaven 2/3 del cost. Una alternativa intel·ligent i social, a l'hora, eren les estivades. El pagès estava autoritzat a cedir gratuïtament i temporalment fragments de la terra de guaret a persones de pocs recursos que sembraven hortalisses d'estiu amb l'única condició que aportassin els fems necessaris. Malgrat l'aparent pobresa de les terres, els estivaders eren capaços d'obtenir, sense regar, bones collites de melons, síndries i d'altres hortalisses. A la tardor, un cop aixecada la collita, es tornava a llaurar, se sembrava el gra i el cereal creixia més ufanós sobre la terra remenada i enriquida per l'estivada.

A la vista d'aquestes dades només, podria semblar que l'agricultura illenca era primitiva i miserable, però això no passa de ser la cara més visible de la qüestió. A aquesta magra producció de gra, s'ha de sumar la carn, la llet i la llana. Gràcies a les tanques, el lloc podia comptar amb una ramaderia molt superior a la imaginable en altres circumstàncies de camps oberts. Mitjançant un sistema controlable de portells i senderes, el bestiar reclòs a les tanques dels sementers en guaret tenia accés lliure a l'abeurador i sovint també a l'estable, però mai no podia accedir a tanques no desitjades, ni a les cultivades, per descomptat, ni a aquelles on s'estava regenerant la pastura. As Rafalet Nou de mitjan segle XX vivien sense grans problemes, menjant únicament de la terra, 6 vaques amb els seus vedells, 60 bènes amb la seva cria, 4 truges amb una vintena de porcells i un verro, 2 egües, 1 mul, 1 ase, gallines, conills, etc. La producció de llet s'acosta-

va als 30.000 l anuals amb els quals feien uns 3.000 kg de formatge.

En aquest context, el bestiar donava poca feina i poques despeses. La figura del pastor era pràcticament desconeguda a l'illa i el bestiar menjava pràcticament de manera gratuïta. L'oportuna dosificació de l'herba espontània, relativament generosa d'octubre a maig, multiplicava l'eficàcia de les pastures. Mai no es permetia al bestiar pasturar l'herba que començava a créixer i mai no se'l deixava esgotar la pastura d'una tanca. Àdhuc, amb aquest sistema, es podia controlar de manera minuciosa i "automàtica" la distribució dels fems a les diferents tanques de guaret. Per exemple, quan començava a néixer l'herba a la tardor, es tancava el bestiar per a evitar que destorbàs el creixement vegetal. Quan la pastura ja tenia un desenvolupament adequat a algunes tanques, es deixava entrar-hi el bestiar més selecte que pasturava la millor herba i era substituït, successivament, per bestiar menys valuós fins que la regeneració de l'herba semblava amenaçada. Llavors, la tanca era clausurada fins que la pastura recuperava la seva ufanor. Fins i tot els boscs i les garrigues estaven encerclats, car també representaven un paper dins el sistema. La fulla de l'ullastre i d'alguns arbusts eren l'aliment d'emergència a l'estiu i també a la tardor si les pluges no arribaven puntuals. En boscs i marines malvivien tot l'any aquells caps de bestiar de poc valor coneguts com a "de mal profit".

Els boscs i les garrigues tenien també altres papers dins el sistema. El lloc necessitava llenya per a cremar, fusta per a obrar (barres, eines, etc.) i també hom trobava aquí fruits ocasionals, però no menyspreables, com els bolets, espàrrecs, i, sobretot, la caça. Aquesta tingué i té a Menorca, com a molts altres indrets, un paper molt important i sovint oblidat quan es parla de paisatges rurals. La passió per la caça, com a esport, ha salvat moltes terres de la desforestació. A Menorca la caça és, en principi, monopoli del senyor, com també altres usos més materials del bosc. Aquest és el cas de la producció de carbó vegetal i de calç que el senyor arrendava a professionals. També hi havia as Rafalet Nou una

petita font d'ingressos "minera". S'autoritzava particulars per a treure material de les petites pedreres del lloc a canvi d'una porció de l'extret.

Tot aquest complex món, molt interessant per a l'observador, funcionava a base d'un factor clau: molta feina, de sol a sol, d'un nombre molt considerable de persones. As Rafalet Nou hi treballava, fa cinquanta anys, una gran família, amb dos fills i quatre filles, tots actius, i encara es contractaven ajudants fixos (un *misatge*) i altres temporers (cavadors de roques, segadors). Sumant tota la força de treball fixa i eventual, ens anam a un equivalent de vuit treballadors de plantilla a jornada pagesa, de sol a sol i amb unes "vacances" d'unes hores per anar a missa els diumenges i fer una copa i una xerradeta al bar del poble. Quan en els anys seixanta del segle passat l'economia espanyola començà a despertar, tot aquest món s'esfondrà en pocs anys. Els orgullosos

amos de grans i famosos llocs es quedaren sols, fins i tot les madones deixaren les seves admirables tasques a canvi d'una feina més lleugera, reglamentada i millor pagada al sector turístic. A partir del 1959, en poc més de deu anys, es Rafalet Nou conegué tres parcers diferents i des de 1970 ningú s'ha interessat en fer-se càrrec a fons de tan prestigiosa explotació. Sortosament, alguns jubilats s'han fet càrrec d'uns mínims de conservació a canvi de poder criar-hi una mica de bestiar.

Per a propietaris i parcers de llocs grans aquest sistema extensiu i poc agressiu fou, durant anys, un "luxe assumible". En canvi, a les finques més petites calia sacrificar al conreu la quasi totalitat del terreny. D'aquesta manera, a Menorca, com a molts altres indrets, el latifundi ha resultat més "ecològic" que el minifundi. Per això mateix, les actuals zones protegides (ANEIS) de l'illa coincideixen, gairebé, amb les zones de major propietat i de llocs més

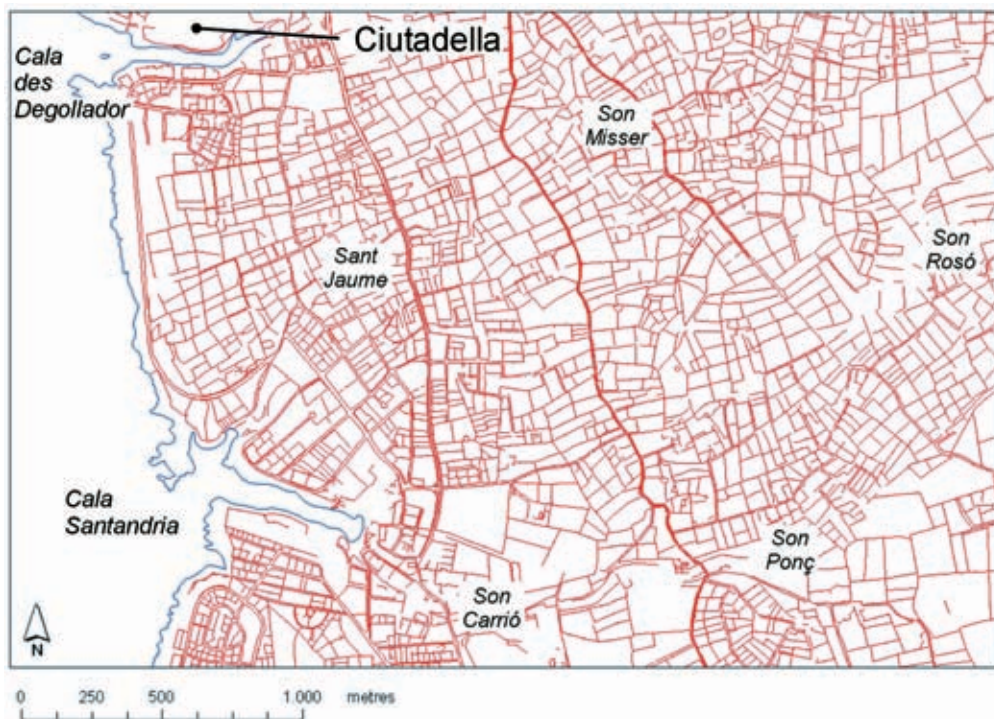


Fig. 23.5. Al camp menorquí sobreviuen més de 70.000 km de paret seca que al mapa topogràfic (entorn meridional de Ciutadella) ofereixen una sorprenent imatge laberíntica.

extensos. Quasi sense excepció, aquests darrers es troben al litoral i compten amb altes proporcions de terra no conreada. No cal dir que els erms predominen a les zones més adverses (pendents, roquissars, etc.) però, si la necessitat obligava, la rompuda va arribar als indrets més insòlits. En general, les terres més humanitzades no són sempre les més aptes, sinó aquelles més subjectes a la necessitat.

La tesi del "luxe assumible" és com segueix. La construcció i manteniment de milers de metres de mur, la clau del "sistema agrari menorquí", té un cost. Avui, any 2004, el preu per metre de paret nova s'acosta als 60 euros; per tant, encerclar i compartimentar, a la manera tradicional, una finca com es Rafalet Nou, de quasi 100 ha, costaria uns 5 milions d'euros, xifra quasi deu cops superior a l'actual preu de mercat.<sup>5</sup> No hi ha dubte que en altres èpoques el cost de la construcció de parets degué ser proporcionalment molt inferior. Possiblement, la gran expansió de les tanques coincidí amb les crisis dels anys centrals del segle XIX quan abundà l'oferta de mà d'obra barata i es feren moltes terres noves. En conseqüència, el sistema es consolidà gràcies a unes conjuntures de misèria ja que és difícil d'imaginar-ne la implantació en èpoques d'abundància.

Els 70.000 km de paret seca que sobreviuen (Fig. 23.5) avui al camp menorquí són una valuosa herència (més de 4.000 milions d'euros) que tots voldríem conservar, però que ningú no sap com ho ha de fer. D'antuvi, molts d'aquests murs han perdut llur funció i molts han esdevingut disfuncionals. Llaurar amb tractor, per exemple, esdevé lent i, per tant, car en el context de l'escaquer de tanques. En segon lloc, la conservació de les parets és difícil i costosa. La trista realitat és que quan s'esfondra un mur ("enderrossall"), les alternatives reals solen ésser només dues: que es quedi tal com està o que sigui reemplaçat o completat amb filferro

espinós o altres materials de fortuna. Un altre element de difícil conservació són les estètiques "barreres" d'ullastre. Els pocs artesans que les fabriquen no donen l'abast i el seu preu és alt. El resultat és que molts dels portells són avui tancats amb somiers rovellats o *palets* rebutjats.

Des del punt de vista ecològic, les parets tenen un paper interessant. A les seves infinites cavitats tenen allotjament i refugi els éssers vius més diversos i, als camps abandonats, llentiscles, ullastres, esbarzers i d'altres matolls prosperen ran de les parets. D'aquesta manera està progressant una mena de bardisses de bosc geomètric que subratlla i, al mateix temps, camufla la xarxa de parets. Això fa que l'observador que passeja pels camins capti una imatge exagerada de la real regeneració del bosc: des d'una perspectiva baixa les rengleres d'ullastres semblen tocar-se i no es veuen els grans espais encara buits en el centre de les tanques.

## EL CASAT

Dintre de la teoria del "luxe assumible", hi entren moltes més qüestions que només les tanques. Tota l'obra civil d'un lloc corria a càrrec del propietari i, a la vista del que s'hi troba, és obvi que aquest no era, genèricament, avar.

D'entrada hem de parlar del "casat", conjunt de edificis d'ús humà i agrari. La casa-vivenda de quasi tots els llocs és un edifici, gran, sòlid i confortable,<sup>6</sup> segons els usos antics. La parceria (*madona*) ho mantenia tot en un estat d'ordre i netedat impecables, però la casa l'havia pagada el senyor i les obres de manteniment també, fins i tot l'emblancat de les parts inaccessibles a la granereta de mado-na. Fins a les acaballes del segle XVIII, les dependències agropecuàries eren poques ja

5 Preu "turístic" perquè cap lloc de Menorca té avui preu com a explotació agrícola. Que la majoria dels llocs no siguin edificables no serveix de res a aquests efectes, de forma que l'adquisició de terra amb finalitats agrícoles és gairebé impossible.

6 Comptaven amb diferents habitacions (dormitoris) amb paviment i parets enfangades. La cuina disposava d'un bon fument i, fins i tot, hi havia cuines de foc central d'estil aparentment pirinenc. També hi havia forn de pa extern i bugaderia amb piques.

que, mentre predominà la ramaderia ovina, no eren necessàries grans instal·lacions. Les primeres grans construccions ramaderes tingueren com a principal objecte l'aprofitament dels fems. Per a les ovelles es feren a tot arreu barraques circulars de pedra seca i falsa cúpula molt interessants, però de dimensions modestes. Aquest no és el cas dels llocs que pertanyien al comte de Torresaure qui, a finals del segle XIX, construí dotzenes de barraques gegantines, aptes per a bestiar gros, a les seves molt nombroses finques, principalment al nord-oest de Ciutadella. Aquestes barraques, impressionants monuments d'arquitectura "sense arquitecte", no desperten, lamentablement, l'interès de ningú, però aguanten i, potser, aguantaran gràcies a la seva extraordinària qualitat. El hobby del senyor comte devia ésser ruïnós i el parcer d'una de les seves finques em contà, fa anys, una anècdota que segurament no és *vera*, però sí molt ben *trovata*: deien que el comte deixà de construir barraques quan un banc de Maó li oferí una destinació més productiva per als seus estalvis.

A principis del segle XX anà agafant empena la ramaderia bovina i la producció de formatge amb proporció cada cop major de llet no ovina. Les vaques necessiten estable i així començà la construcció de bouers. El patró arquitectònic que s'imposà fou tan reeixit que avui són nombroses les residències secundàries amb pretensions que no són més que un bouer adaptat. Unes residències tan luxoses per a vaques sorprenen i això entra en el que he denominat "luxe assumible", però encara és més paradigmàtica de tot això una construcció més antiga. Ja en el segle XVIII les eres dels llocs de Menorca no tan sols no eren una simple porció de terra ocasionalment apiconada, sinó construccions perpètuas de pedra tallada i decorada i paviment petri o de ceràmica.

En resum, els llocs de Menorca estan plens de construccions funcionals d'una qualitat molt superior als mínims exigibles per raons d'eficiència i rendibilitat. En conseqüència —una sort per als amants dels paisatges humans i de l'antropologia—, en determi-

nats moments de la història agrària menorquina els senyors foren generosos pel que fa a la comoditat dels parcers i del bestiar i a l'ornat de la finca. Si els llocs haguessin estat propietat de petits pagesos o petits rendistes, això no hauria estat possible, però aquest no era el cas. Una bona part dels propietaris eren relativament rics i per a molts la terra era més una qüestió de prestigi que d'economia. El cas des Rafalet Nou n'és un exemple, encara que, potser, una mica forçat. Els hereus de la nissaga, des del segle XVIII fins avui, foren quasi sempre, molt més que terratinents; l'antepenúltim, Joan J. Vidal Mir, fou advocat, home d'empresa i erudit. Creà i dirigí l'únic banc menorquí que acabà bé i fou soci fundador i secretari de la primera fàbrica d'electricitat.

La part de Migjorn, la més atractiva com a àmbit de vida i d'esbarjo, compta amb els més bells i representatius exemples d'arquitectura rural, tant rústica com senyorial, i constitueix la part més antropitzada de Menorca, per a bé i per a mal. Fins als anys del *desarrollo*, la perifèria de Maó presentava un paisatge rural molt particular. Els gran llocs tradicionals que embolcallaven la vila medieval s'anaren esmicolant per la pressió demogràfica i la demanda de productes alimentaris per a la població local creixent i per a la nombrosa població flotant de militars, marins i funcionaris. De l'esmicolament sorgiren múltiples horts i vinyes i, especialment, les casolanes formades per petites nebuloses d'habitacles unifamiliars dispersos, més petits, però no menys dignes que els dels llocs, on residien jornalers i empleats de l'agricultura i dels serveis i les indústries de la vila. El resultat de tot plegat era un paisatge de notable bellesa, inhabitual en àrees periurbanes. Entorn de Ciutadella el procés fou semblant, però de menor abast, i no s'arribà a formar cap casolania. L'expansió urbanística recent ha estat sovint incompatible amb aquests valors. Igual ha passat a determinades àrees rurals llunyanes convertides en centres turístics. Sortosament, a Menorca s'ha aconseguit un cert compromís, gairebé espontani, entre desenvolupament i conservació. En els anys de major disbauxa desenvolupista el sector turístic

cresqué aquí amb menor ritme i major seny que en altres indrets. Una part notable de tot això podria raure en el fet que una gran proporció del litoral menorquí estava controlat per poques mans que, en aquell temps, no mostraren cap interès en l'afer. Un cop les institucions intervingueren en la qüestió urbanística, les autoritats tingueren fàcil la protecció del medi, es limitaren a prohibir que es toqués el que encara romanía intacte i així estaven, gairebé incòlumes, molts dels grans llocs litorals. Sobre les diferents i profundes accions humanes recents sobre el Migjorn menorquí no direm res perquè estan a la vista.

La lectura atenta dels gràfics adjunts sobre es Rafalet Nou i sobre les tanques ens evitaran més i més feixugues descripcions. En conseqüència, donarem pas a unes breus conclusions i a un comentari també breu de l'estat actual i del previsible futur del paisatge rural menorquí.

## CONCLUSIONS

Al llarg d'aquest escrit hem intentat explicar el com i el perquè de la situació comparativament envejable dels paisatges agraris i naturals de Menorca, especialment els de Migjorn, ambdós inseparables i interdependents.

Els camps, els boscos i les garrigues de la Menorca d'avui són com són pel paper que han representat a la unitat d'explotació dominant, el lloc. La consolidació i perseverança d'aquest tipus d'explotació, extensa i extensiva, però molt humanitzada, sols s'explica en un context històric recent en el qual el camp no fou quasi mai l'única, ni tan sols la principal, forma de subsistència.

El comerç i la petita indústria exerceixen poca o nul·la pressió sobre el camp i, fins i tot, afecten poc la població rural. Fins al *boom* econòmic dels anys del *desarrollo*, els llocs menorquins funcionaren, sense grans problemes, a l'estil tradicional, però, a partir dels anys seixanta, amb la forta dinamització i terciarització de l'economia, solament aquells llocs més aptes aconseguiren sobreviure com

explotacions agràries rendibles i això a costa de reorientar el sistema. S'abandonà el cereal i es dedicà tot l'esforç a la producció de farratges per alimentar una ramaderia exclusivament vacuna de llet, estimulada per l'èxit de la indústria formatgera local. En conseqüència, sobre les encara ben conservades restes físiques del lloc tradicional, es desenvolupà una agricultura molt diferent (monocultiu amb mecanització, adobs químics, etc.) que pot coexistir, amb dificultat, amb l'herència del passat, però que difícilment podrà conservar-la íntegra i/o millorar-la.

Les terres de conreu menys aptes, que eren moltes, han estat abandonades, amb la qual cosa el bosc i la garriga estan recuperant amb avidesa el terreny perdut fa segles. Això no obstant, l'alzina, la vella reina del bosc insular, no aconsegueix aprofitar l'oportunitat. Els pins i els ullastres, molt més vitencs, són els protagonistes d'una ràpida repoblació forestal espontània que, fins avui, sortosament, no ha comportat increment dels incendis.

L'escassetat i l'encariment de la mà d'obra fa que, fins i tot a les poques finques més rendibles, es pugui fer ben poc en matèria de conservació. Poc o res queda de la preocupació sumptuària que donava lloc a que les construccions rurals tinguessin un atractiu toc de superfluitat. En els llocs menys viables, que són molts, ni tan sols és possible evitar la degradació dels elements més nobles del patrimoni rural (casa, estables, eres, etc.). Davant aquesta realitat no es fa quasi res. Molts creuen que els senyors, els propietaris dels llocs, són encara rics, que poden assumir luxes, com abans, i, en conseqüència, pensen més en mortificar-los que en estimular i potenciar accions conservacionistes sostenibles o en trobar altres alternatives com l'expropiació.

A l'actualitat estan legalment protegides grans porcions superficials de l'illa (ANEIS), formades quasi exclusivament per finques privades, però poc o res es fa en el camp pràctic (vigilància, control, conservació). Al contrari, per vulgars mòbils electoralistes-populistes es tendeix a facilitar l'ús i l'abús dels espais protegits per visitants indiscriminats, mentre que

es palpa poca o nul·la preocupació real sobre l'impacte ecològic de l'afer i, menys encara, pels impactes socials i econòmics que aquesta mena de protecció formalista exerceix damunt els explotadors de les finques afectades. Urgeix, doncs, anar més enllà de la "protecció de paper". La protecció efectiva és complexa i mai no gratuïta. Possiblement, la menys dolenta de les proteccions és la que neix del bon enteniment de les parts afectades. Els ciutadans sensibles desitgen un paisatge rural ben conservat; els agricultors, la part fonamental, desitgen guanyar-se la vida en pau. Cal conciliar ambdues desiderata, altrament el paisatge figurarà al bàndol perdedor.

La supervivència de l'activitat agrària a Menorca és especialment delicada. Com a tot l'Occident la pagesa ha deixat d'ésser una professió quasi obligada a una vocació amb poca capacitat de convocatòria. Moltes explotacions estan tancant pel simple motiu que els seus patrons es jubilen i no troben successor. A tot això, s'afegeix l'esgotament del model formatger que funcionarà amb èxit durant dècades. Trobar una alternativa viable a l'esmentat model no és fàcil perquè el canvi d'activitat és sempre difícil. La capacitat de conservar el patrimoni agrorural per part del model en crisi havia esdevingut mínima i és de tèmer que qualsevol alternativa no siga millor econòmicament. Davant de tot això, potser el més raonable seria optar per una política de conservació selectiva que posàs l'accent en la salvació del més rellevant de l'esmentat patrimoni, encara que no surtin el nombres.

En temps passat, les conjuntures socioeconòmiques foren favorables a una evolució espontània prou satisfactòria del paisatge rural menorquí. Avui dia no és així. Òbviament no podem canviar significativament la conjuntura a curt termini; per tant, cal fer esforços d'imaginació per a pal·liar-ne els efectes negatius. Lamentablement la imaginació no abunda i, en matèria de conservació, predominen els fonamentalismes sobre l'acció possibilista i proliferen els projectes insostenibles de desenvolupament sostenible.

Mentrestant, la situació empitjora.

## BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG, J. 1930. *La historia de la isla de Menorca*. Versió castellana de la 2<sup>a</sup> edició anglesa (Londres 1756) de J. Vidal i Mir i S. Sapiña Maó. Imp. Sintès. Reeditada en 1978 per Nura. Ciutadella.
- BAULIES, J. 1964-1967. *L'illa de Menorca*. Ed. Barcino. Barcelona. 3 vol.
- BISSON, J. 1977. *La terre et l'home aux îles Baléares*. Edisud. Aix-en-Provence. 415 pp.
- BISSON, J., VEYRET, Y. i VIDAL, T. 1995. Minorque ou l'exception en Méditerranée. Une île sans érosion. *Bulletin Réseau Erosion*, 15.
- BONET, A. 1988. *Menorca Pagesa*. Consell Insular de Menorca. Maó. 171 pp.
- CASASNOVAS, M.A. 1998. L'economia menorquina en el segle XIX (1802-1914). *Quaderns d'Història Contemporània de les Balears*. Edicions Documenta Balear. Palma de Mallorca. 64 pp.
- ESCUADERO MESA, J. 2001. *L'agricultura de Menorca vista pels homes que hi treballen*. Consell Insular de Menorca. 113 pp.
- HABSBURG, L.S. 1980. *La isla de Menorca*. Traducció del vol.VI de *Die Balearen* (Leipzig 1890). "Sa Nostra". Ciutadella.
- HERNÁNDEZ SANZ, F. 1908. *Compendio de Geografía e Historia de Menorca*. Imp. B. Fàbregas. Maó. 450 pp.
- MARTÍNEZ, A. 1994. *Vies de comunicació i poblament rural del terme des Mercadal*. IME. Maó. 137 pp.
- LINDEMAN, C.F.H. 1786. *Geographische und Statistische Beschreibung der Insel Minorca*. Leipzig. Traducció catalana. IME, Maó, 2002.
- MURILLO, A. 1988. Emfiteusi i censals. *Meloussa I*. IME. Maó. Cf. pp. 53-78.
- NEAL, H. 1713. *State of the Island of Minorca*. Manuscrit. British Library. (Add MSS 17775).
- SOLER, J. i FEBRER, R. 1857. *Exposició de lo estad actual de l'agricultura en la isla de Menorca*. Imp. J. Fàbregues. Maó. 162 pp.
- TERRÓN PONCE, J.L. 1983. *Origen, desarrollo y consolidación de la propiedad inmueble en Menorca (1287-1837). Contribución a su estudio*. Institut Menorquí d'Estudis. Col. Gova de Pala. Mahón. 334 pp.
- VIDAL HERNÁNDEZ, J.M. (director): *Enciclopèdia de Menorca*. Diversos volums. Obra Cultural de Menorca. Maó.
- VIDAL BENDITO, T. 1972. La casa rural i la arquitectura tradicional menorquina. *Boletín C.O.C.I.N.* Palma de Mallorca.
- VIDAL BENDITO, T. 1969. Evolución de la agricultura y de la propiedad rural en la isla de Menorca. *Revista de Menorca*, 60: 5-46 (1<sup>a</sup> part), 85-125 (2<sup>a</sup> part).
- VIDAL BENDITO, T. 1996. Fonaments geogràfics de la història. *Enciclopèdia de Menorca*. Volum: Història, pp.27-82
- VIDAL BENDITO, T. 1999. Organització de l'àmbit rural. *Enciclopèdia de Menorca*. Tom 14: Antropologia, pp. 83-124
- VIDAL BENDITO, T. 1998-1999. El paisatge rural de l'illa de Menorca. *Revista de Geografia*. XXXII-XXXIII: 23-44. Universitat de Barcelona.
- VIDAL BENDITO, T. 2002. La imatge cartogràfica de l'illa de Menorca. Dels orígens al primer terç del segle XVIII. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. 53-54: 227-273.