

# 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 (Trealúger, 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 geomorfològiques 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 extraure'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 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 dels 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).

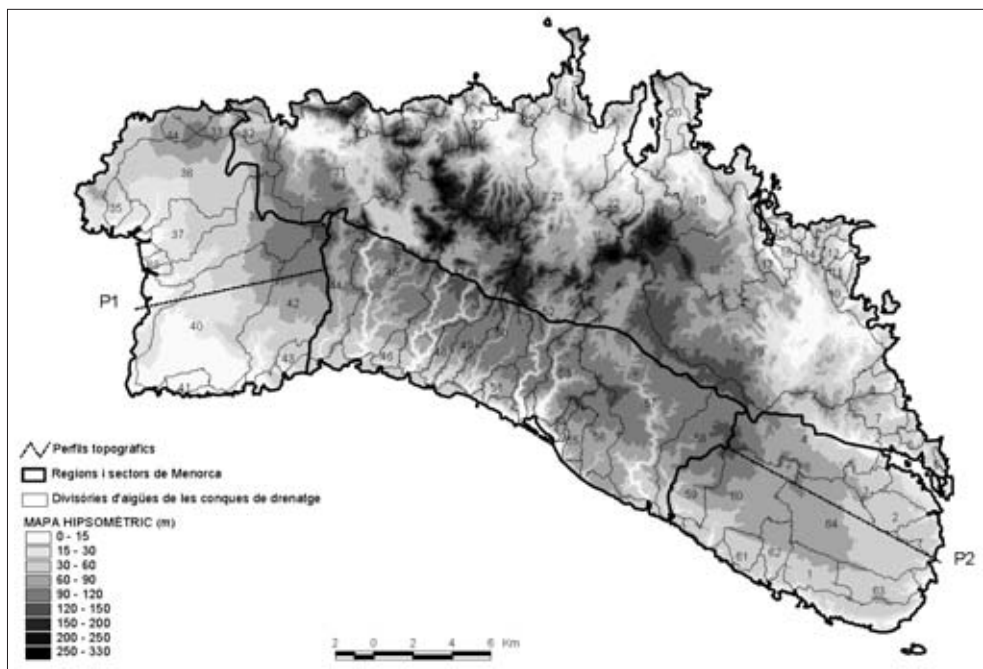


Fig. 9.1. Mapa d'altituds on s'indiquen les conques de drenatge, com també la separació entre la Tramuntana i el Migjorn on es distingeixen les tres regions morfològiques, occidental, central i oriental.

## 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 Mitjania. 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.

<sup>2</sup> 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 Mitjania. 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

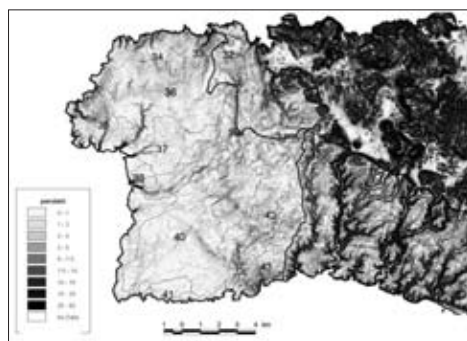


Fig. 9.2. Mapa de pendents (expressat en graus) del sector occidental. S'adverteix la remarcable planitud.

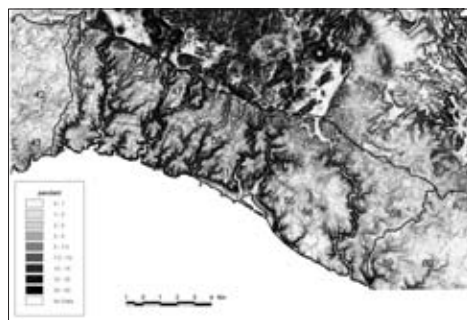


Fig. 9.3. Mapa de pendents de la zona central.

(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.

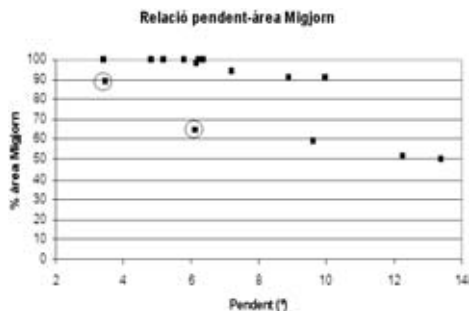


Fig. 9.4. Relació que hi ha entre els pendents mitjans de cada conca del sector central i la proporció de conca que drena el Migjorn. Les dues conques encerclades funcionen de forma diferent ja que drenen zones calcàries a la part de Tramuntana.

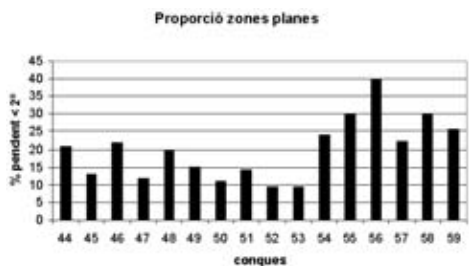


Fig. 9.5. Proporció d'àrees planes –amb menys de 2° de pendent– a cadascuna de les conques estudiades.

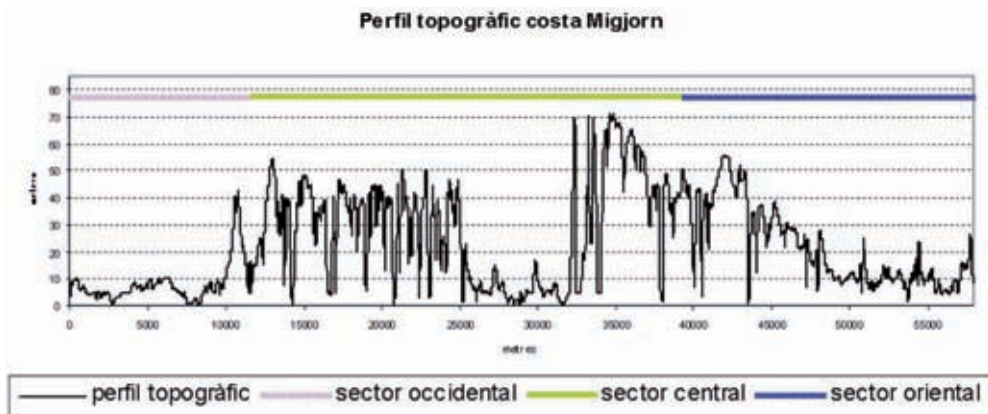


Fig. 9.6. Perfil topogràfic seguint una línia traçada a 100 m de la costa. Permet observar la disposició de la plataforma. La part esquerra del gràfic es correspon amb l'extrem occidental (cap d'Artrutx) mentre que la part dreta amb l'extrem oriental (enfrent de l'illa de l'Aire).

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.

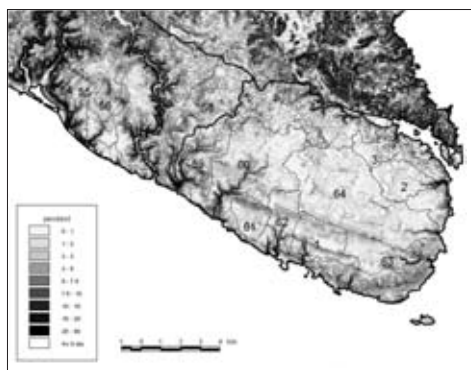


Fig. 9.7. Mapa de pendents del sector oriental del Migjorn menorquí. S'hi adverteix amb gran claredat l'existència d'alineacions topogràfiques subparal·leles a la costa.

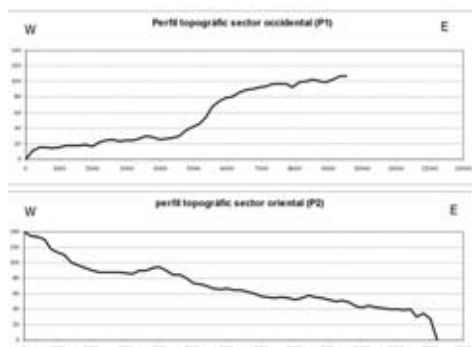


Fig. 9.8. Perfils topogràfics paral·lels a la costa sud del sector occidental i de l'oriental que permeten observar les diferències entre ambdós sectors. La localització dels perfils es mostra a la figura 9.1.

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 sudoriental, 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.

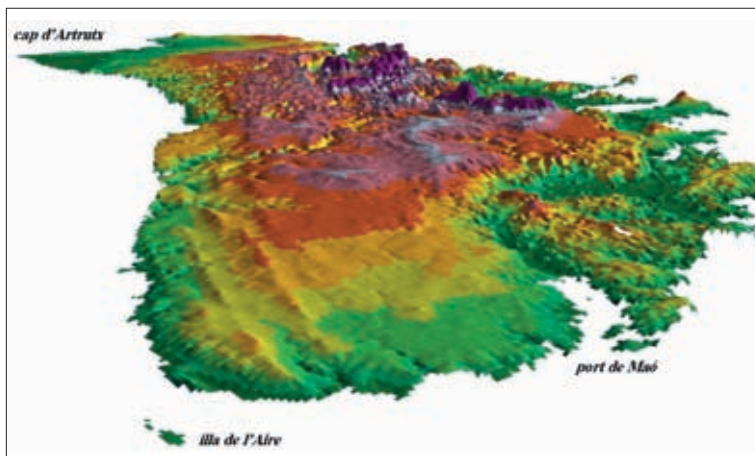
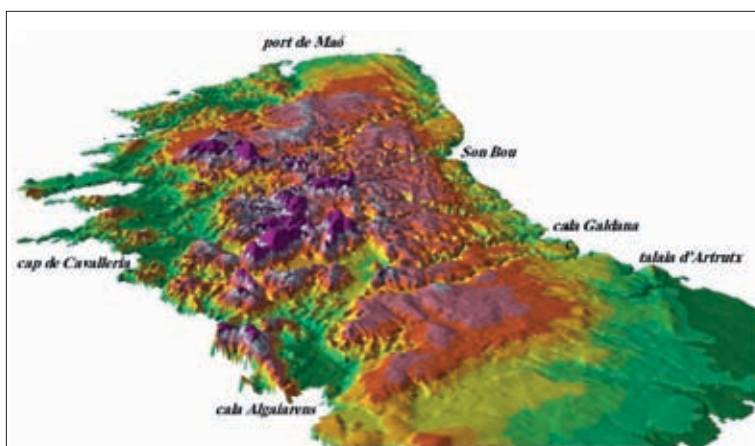


Fig. 9.10. Vista 3D del MDE de Menorca presa des de l'extrem nord-occidental.



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

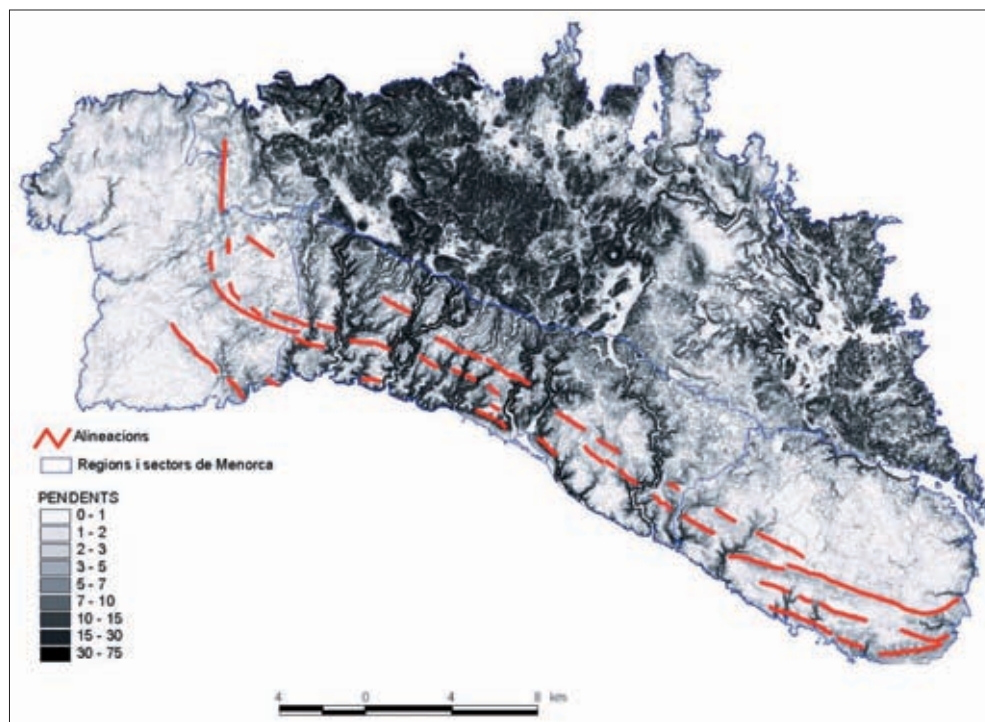


Fig. 9.11. Sobre el mapa de pendents s'ha interpretat la disposició de les distintes alineacions sobre el Migjorn.

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.

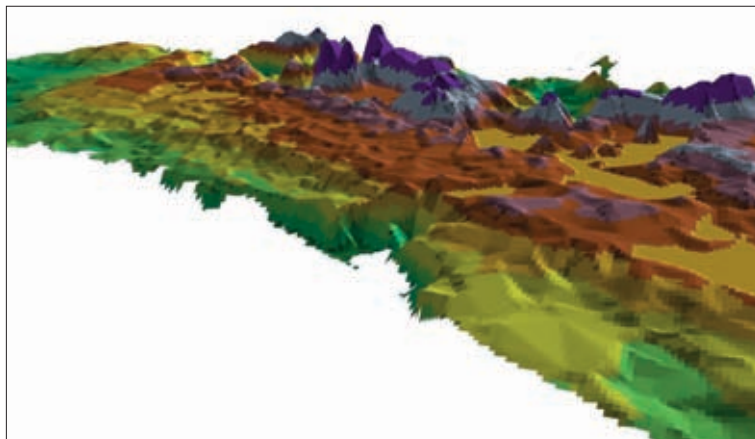
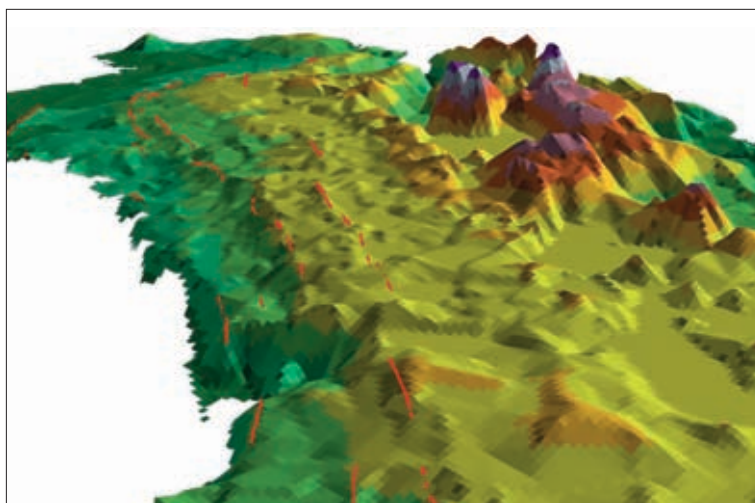


Fig. 9.13. Vista tridimensional del MDE reconstruït on s'aprecia amb especial claredat l'alineació de la Mitjanja.



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.