

# El mantell eòlic de ses Arenes (Ciutadella de Menorca): dades preliminars i primeres datacions

Joan J. FORNÓS, Lluís GÓMEZ-PUJOL, Vicenç M. ROSSELLÓ, Francesca SEGURA, Josep E. PARDO i Mark VAN STRYDONCK

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Fornós, J.J., Gómez-Pujol, Ll., Rosselló, V. M<sup>a</sup>, Segura, F., Pardo, J.E. i van Strydonck, M. 2007. El mantell eòlic de ses Arenes (Ciutadella de Menorca): dades preliminars i primeres datacions. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 227-237. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

A la zona de ses Arenes (Ciutadella) aflora una seqüència eòlica disposada al contacte entre els materials calcarenítics del Miocè superior i les calcàries del Juràssic, formada per una unitat inferior d'eolianites cimentades i una superior, separada de l'anterior per una lleugera superfície d'erosió. Aquesta segona unitat correspon a un mantell arenós eòlic amb diversos episodis d'acumulació de matèria orgànica (torbes) i que ha estat datada mitjançant el carboni-14, i ha donat una edat holocena.

**Paraules clau:** datació, mantell eòlic, torbes, eolianita, Menorca.

AEOLIAN SEQUENCE OF SES ARENES (CIUTADELLA DE MENORCA): PRELIMINARY DATA AND FIRST C-14 DATA. An aeolian sequence composed by a lower well cemented aeolianite and an upper sand sheet crop out in ses Arenes (Ciutadella) area. The sequence is located at the geological contact between the upper Miocene calcarenites and the Jurassic limestones. The upper sandy level, which overlaps the lower one by a gentle and erosive surface, shows different sequences well defined by organic matter rich horizons that include peat. It has been dated as Holocene using C-14 methodology.

**Keywords:** C-14 dating, sand sheet, peat, aeolianite, Menorca.

Joan J. FORNÓS i Lluís GÓMEZ-PUJOL, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. joan.fornos@uib.es; LGP Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB); Vicenç M. ROSSELLÓ i Francesca SEGURA, Departament de Geografia, Universitat de València; Josep E. PARDO, Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria, Universitat Politècnica de València; Mark van STRYDONCK, Institut Royal du Patrimoine Artistique (IRPA-KIK) de Bruxelles.

Recepció del manuscrit, 10-des-07; revisió acceptada, 31-des-07.

## Introducció

És ben conegut per la literatura científica (Mercadal *et al.*, 1970; Henningsen, 1990; Rosell i Llompart, 2002) que l'illa de Menorca presenta encara que de forma molt

puntual i sense massa continuïtat lateral, abundants dipòsits litorals de tipus dunar que abasten una seqüència cronològica que comprèn del Pleistocè fins a l'Holocè. D'aquesta edat més moderna, a la zona de ses Arenes de Ciutadella al (nord-oest de l'i-

lla de Menorca) es localitzen els dipòsits dunars que són descrits i datats en aquest article. Es tracta de un sistema eòlic format per arenas de gra mitjà i que presenta una composició mixta de materials silícics i components carbonatats, la majoria dels quals corresponen a bioclasts. Aquestes capes d'arena alternen amb nivells fins amb matèria orgànica (localment torbes). El conjunt es disposa sobre uns sistemes dunars anteriors més cimentats (encara que mostren un baix i irregular grau de cimentació) i en els quals hi són fàcilment observables petjades de *Myotragus*. La disposició topogràfica i geològica del conjunt implica un període de deposició en condicions climàtiques molt especials o, si més no, força diferents de les actuals. La datació de la seqüència dóna també algunes noves perspectives i punts de discussió respecte, per una banda, a la desaparició de *Myotragus* i, per l'altra, a les proves de la presència primigènia de l'home a Menorca.

### **Disposició geogràfica i geològica**

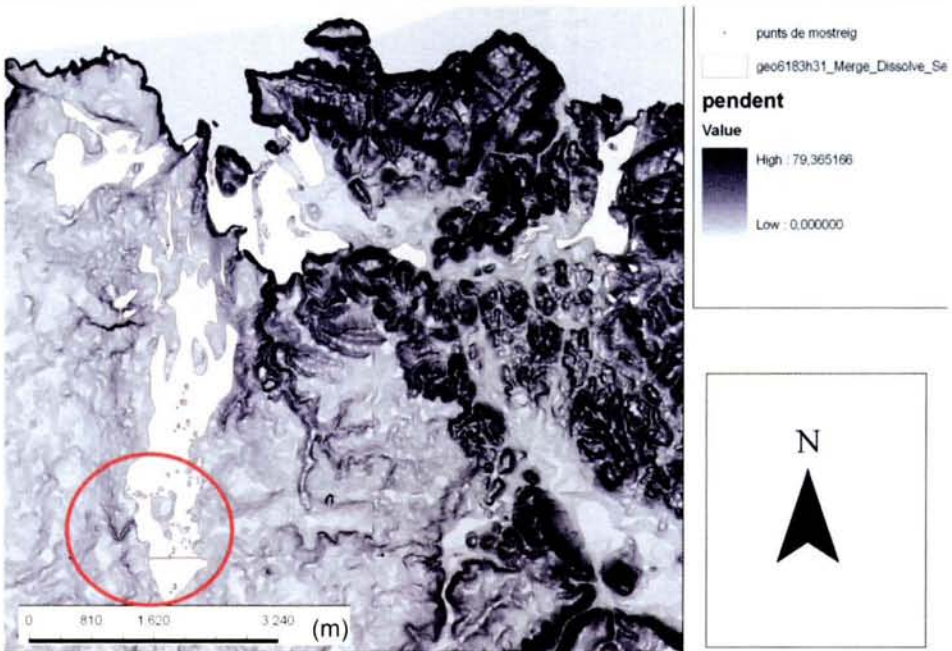
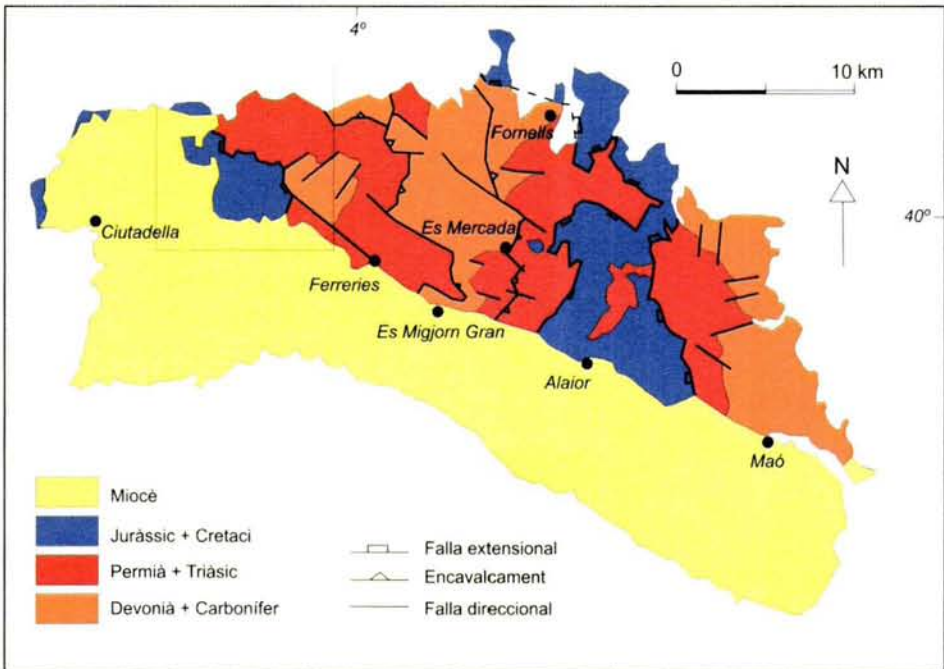
La Tramuntana -meitat precenozoica de l'illa- aboca les aigües a una costa molt articulada i en el nostre cas hi ha un canal meridiana que comença a cala d'Algaiarens i Curniola i també s'insinua des de cala Morell. El mantell eòlic de Binigafull, ses Arenes i ses Arenetes (Fig. 1), explotat en part com a jaciment de material de construcció, s'estén sobre centenars d'hectàrees tot formant una llengua de penetració des del nord que arriba a depassar la carretera axial de l'illa. El sistema dunar es disposa sobre uns nivells eòlics anteriors de característiques molt similars i amb petjades de *Myotragus* i mostra un baix i irregular grau de cimentació, al temps que rebleix les depressions del relleu format per l'avanç de

les formacions antigues de les quals els separa una mòdica superfície d'erosió. A la zona d'Es Tudons s'observa com el mantell eòlic interromp una possible paleoxarxa de drenatge (encerclat a la Fig. 1), de la que a prou penes queden un parell de meandres al descobert, però que s'intueix a les corbes de nivell. Sembla per tant que aquest mantell està recobrint una xarxa fluvial relictada. El mateix sembla que ha passat amb la xarxa que arriba a Algaiarens pel sud.

El cas que aquí estudiem correspon, com hem comentat, a uns dipòsits eòlics de composició silicicocarbonatada (bioclàstica) que, a diferència de la major part dels sistemes eòlics de l'illa més moderns localitzats als fons de les cales o zones litorals relacionades amb els sistemes de platja-duna-albufera a ran de mar, es disposa a una cota topogràfica relativament elevada (90-100 m s.n.m.) en un ambient prou allunyat de la línia de costa. Aquest mantell eòlic (Fig. 2) es troba a la zona de contacte entre la plataforma carbonatada originada per l'aflorent dels materials juràssics i els materials corresponents a les calcarenites miocenes que s'hi superposen de forma transgressiva sobre ells. Els materials juràssics formen un esglaó al que s'adossa el mantell eòlic.

### *Estratigrafia*

L'explotació d'àrids de ses Arenes de Ciutadella ha deixat al descobert almenys dos dipòsits eòlics amb seqüències ben diferenciades. La superior de les quals, formada per arenas no consolidades, es disposa sobre una eolianita anterior que, encara que cimentada ho és amb un grau molt baix (Fig. 3). La seqüència superior, que pot superar els 3 m de potència (que serien fins a 20 m a la zona de Binigarba segons els explotadors de les pedreres, encara que aquest fet no ha pogut ser constatat) i que presenta una



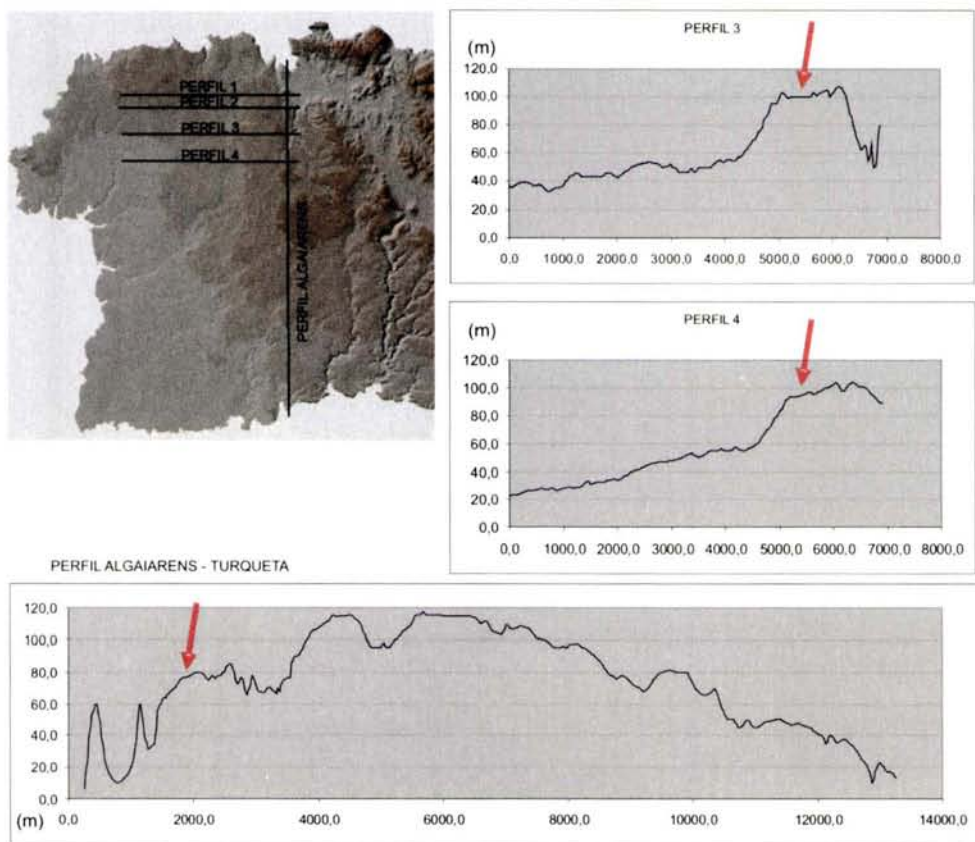
**Fig. 1.** Situació del mantell eòlic de ses Arenes al contacte entre les calcarenites del Miocè superior i les calcàries del Juràssic.

**Fig. 1.** Location of the aeolian deposits of ses Arenes, related with the Upper Miocene calcarenites and Jurassic limestones contact.

marcada continuïtat lateral, hi és possible distingir diferents nivells separats per senyals contactes graduals i nivells de pocs centímetres rics en matèria orgànica i de coloració negra que culminen pràcticament a sotre de la seqüència amb una capa d'alguns decímetres de torba. S'hi observen abundants rizoconcrecions carbonatades que solen estar individualitzades, amb gruixes d'alguns centímetres i altures superiors al metre en alguns exemples (Fig. 4).

La seqüència inferior que correspon a un sistema dunar ben desenvolupat, eolianites, presenta estratificacions entravessades de

gran escala i angle molt baix (Fig. 3), distribuïdes en *sets* de disposició molt laxa, que assoleixen gruixos d'ordre mètric. El cabussament de les làmines vers el primer i segon quadrant implica que la direcció dels vents que han format els sistemes dunars presenten components que procedeixen principalment del l'oest (tercer i quart quadrants). A la Fig. 3 s'han localitzat les diferents mostres analitzades corresponents als nivells superiors i s'ha representat la direcció predominant del vent que ha format les dunes inferiors. Les mostres més meridionals sembla que han estat dipositades per vents del tercer qua-



**Fig. 2.** Perfils topogràfics amb indicació (fletxes) de la localització del mantell eòlic.

**Fig. 2.** *Topographic profile with the location (arrows) of the aeolian deposits (aeolianite and aeolian sands).*

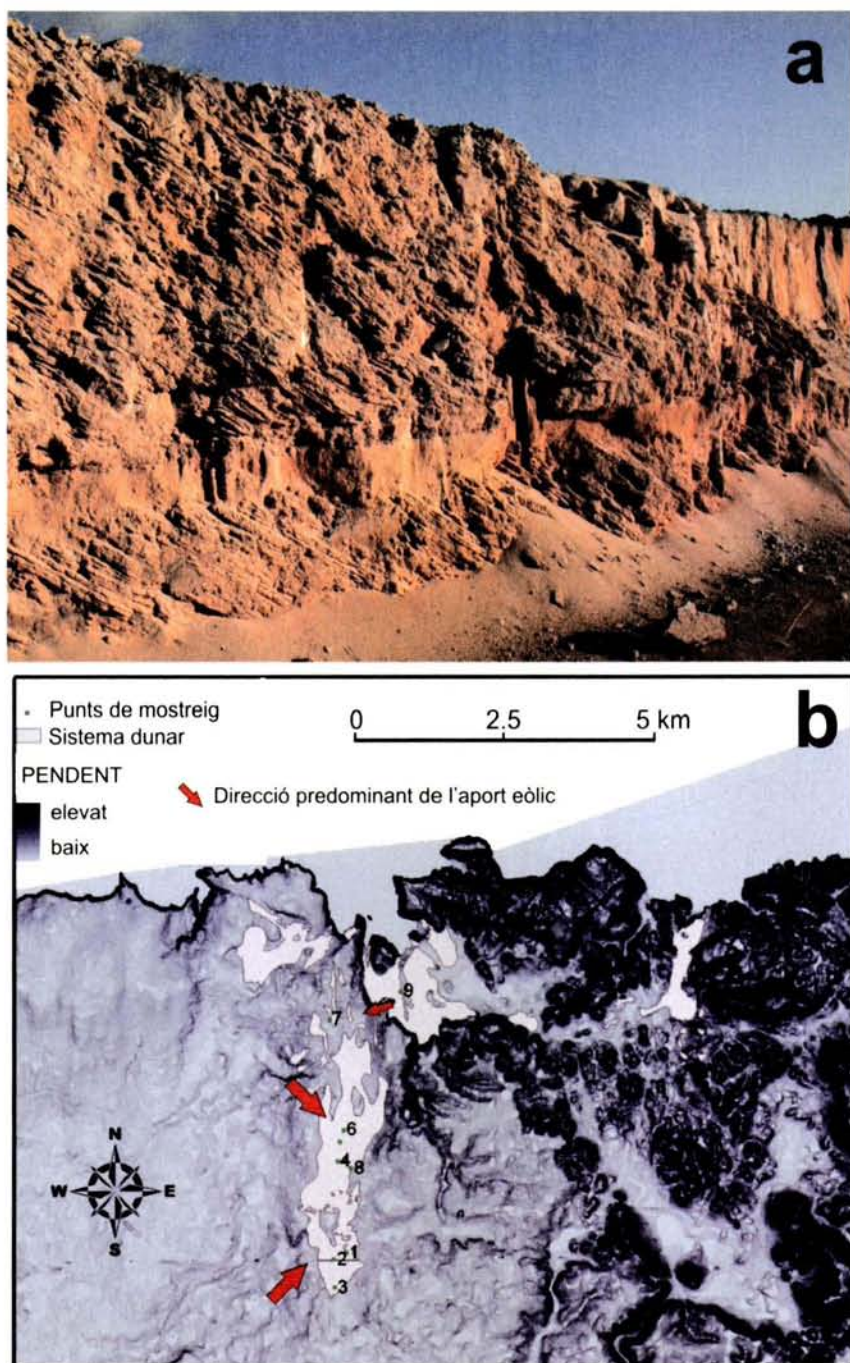
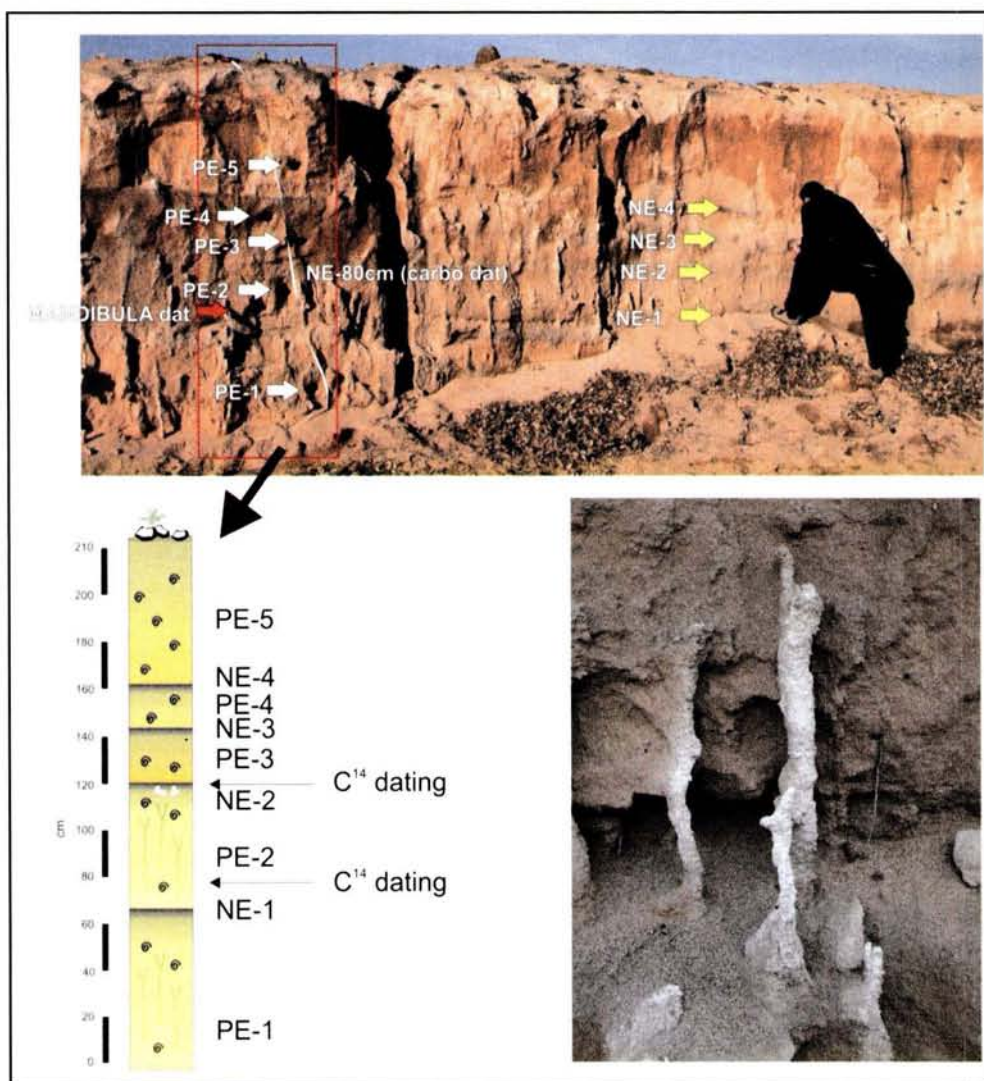


Fig. 3. Aspecte del sistema dunar inferior (a) amb indicació de la procedència eòlica predominant (b).  
Fig. 3. View of the lower eolian aeolianite (a) with the indication of predominant winds map (b).



**Fig. 4.** Secció estratigràfica amb la indicació dels diferents nivells mostrejats i detall de l'aspecte de les rizoconcretions presents.

*Fig. 4. Stratigraphic log indicating sampled levels and detail of dune rizoconcretions.*

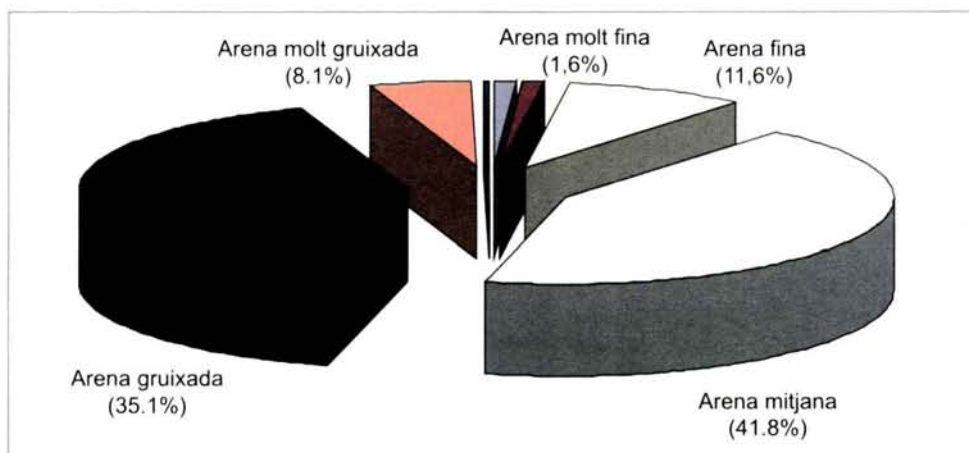
drant amb una major presència de la component dels vents de llebeig, mentre que les septentrionals mostren direccions associades al quart (i primer) quadrant, amb una major presència de la component dels vents de tramuntana.

*Descripció dels sediments*

**Textura:** La mida de gra dels sediments (Fig. 5 i Taula 1) ve caracteritzada per una textura que està formada per més d'un 98 % d'arena, amb un 1,4 % de material fi i un 0,6 % de la fracció grava. Es tracta d'arenas de gra mitjà a gruixat, que presenten en línies generals una molt bona classificació, tenen un calibre mitjà de 580 µm, mentre que la seva mediana correspon a 480 µm. Destaca que, tant la textura del sedíment com el grau de classificació, són molt constants al llarg de tota la columna estratigràfica.

**Mineralogia:** En quant a la composició mineralògica de les arenas (Fig. 6 i Taula 2), en la seva major part, es tracta de carbonats (61,4 % calcita, 4,1 % per aragonita i dolomita en un 5,6 %), la qual cosa implica una predominant composició bioclàstica on els

fragments recents tenen un paper important a deduir de la presència d'aragonita encara no dissolta en les condicions ambientals actuals. Malgrat tot, l'observació dels bioclasts a la lupa binocular demostra que probablement la major part dels grans han estat reciclats de dipòsits dunars més antics. És possible que la dolomita vingui també de grans remanegats de dipòsits dunars més antics o bé de l'erosió de les dolomies juràsiques que afloren prop de la zona. El quars assoleix una proporció propera al 25 % que, juntament amb un 3,4 % de mitjana dels feldspats, indicaria la presència de materials procedents de la deflació de la zona de Tramuntana de Menorca, on els dipòsits silícics afloren extensament. Les argiles hi són presents, però en proporcions molt baixes (les anàlisis semiquantitatives donen uns valors de 2,1 % per a la il·lita i 1,9 % per a la caolinita). L'elevada proporció d'elements silícics confereix als dipòsits estudiats una coloració marró vermellosa que contrasta a bastament amb altres eolianites més blanquinoses on la composició bioclàstica és predominant.



**Fig. 5.** Característiques texturals de les arenas que componen el mantell eòlic.

*Fig. 5. Textural characteristics of the upper eolian sands.*

	Mitja	Moda	Mediana	Sortint	Skewn	Kurtos	% fang	% v f arena	% f arena	% m arena	% c arena	% v c arena	% grava	Fang	Arena	Grava
PE-05	369,6	375,0	333,8	146,1	1,5	7,9	0,2	0,7	19,7	70,4	8,9	0,1	0,0	0,2	99,8	0,0
NE-04	860,1	750,0	720,0	497,4	1,1	5,5	1,3	1,9	4,9	16,2	48,9	25,6	1,2	1,3	97,5	1,2
PE-04	785,2	750,0	659,3	457,9	1,1	5,0	1,1	1,3	6,3	22,5	47,3	21,0	0,6	1,1	98,3	0,6
NE-03	712,8	750,0	614,2	402,3	1,0	4,2	1,8	1,4	6,0	26,0	49,4	15,1	0,1	1,9	98,0	0,1
PE-03	562,1	750,0	469,5	334,3	1,5	7,9	2,0	2,5	10,4	38,6	40,7	5,7	0,1	2,0	97,8	0,1
NE-02	585,6	375,0	460,0	377,0	1,7	8,0	2,2	1,5	9,5	41,8	36,0	8,7	0,3	2,2	97,5	0,3
PE-02	525,5	375,0	438,9	269,1	1,6	1,4	0,4	0,9	10,5	47,0	38,7	2,4	0,1	0,4	99,5	0,1
NE-01	594,8	750,0	510,5	333,4	1,7	9,4	1,1	0,9	8,9	37,7	45,1	6,0	0,2	1,1	98,7	0,2
PE-01	567,4	375,0	469,7	325,0	2,0	11,9	1,0	1,2	8,8	42,9	41,0	4,9	0,3	1,0	98,7	0,3

**Taula 1.** Dades texturals de les arenes que componen el mantell eòlic.

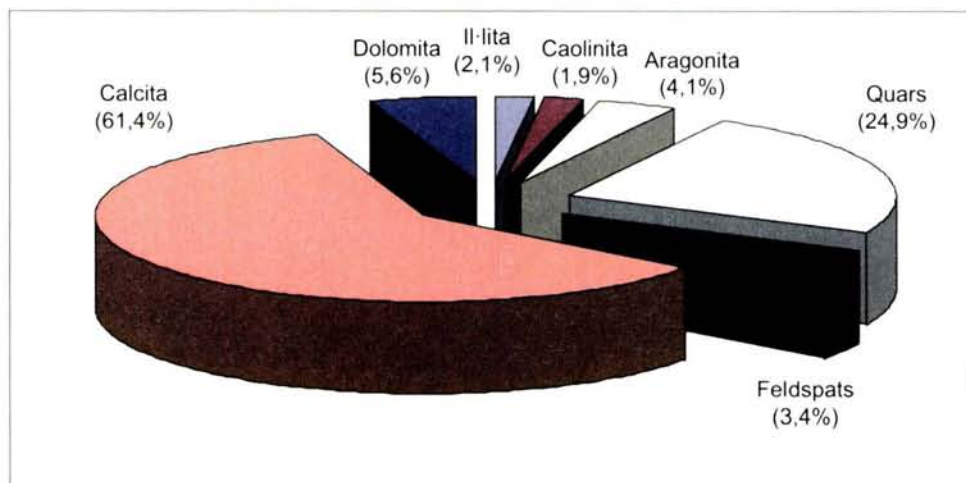
**Table 1.** Texture data of the upper aeolian sands.

### Contingut fòssilífer

Els únics organismes reconeixibles del registre paleontològic corresponen a caragols terrestres endèmics, *Oxychilus lentiformis*, *Iberellus companyonii*, *Trochoidea nyeli* i un que sembla introduït per l'home (Quintana, 2006), *Theba pisana*. També s'ha recollit un fragment d'os (segurament de mandíbula), pertanyent probablement a l'espècie *Myotragus balearicus* que ha estat utilitzat per a la datació dels dipòsits.

### Datació dels dipòsits

De la seqüència estratigràfica estudiada a la pedrera de ses Arenes es van recollir dues mostres per a la seva datació per carboni-14. S'ha realitzat l'anàlisi al Laboratori de l'*Institut Royal du Patrimoine Artistique* (IRPA-KIK) de Brussel·les (Bèlgica). La primera mostra (KIA27617-Myotragus) és un fragment d'os, segura-



**Fig. 6.** Característiques mineralògiques de les arenes que componen el mantell eòlic.

**Fig. 6.** Mineralogical characteristics of the upper aeolian sands.



Mostra	Il·lita	Caolinita	Aragonita	Quars	Feldspats	Calcita	Dolomita
PE-05	-	-	3,37	16,69	3,32	72,47	4,15
NE-04	2,35	1,45	3,32	17,46	2,45	69,54	3,43
PE-04	2,34	2,64	3,65	21,85	2,47	62,41	4,64
NE-03	1,40	-	3,98	25,50	6,44	58,77	3,91
PE-03	-	-	5,37	27,60	2,58	60,30	4,15
NE.02	-	1,50	4,92	22,44	2,69	62,67	5,78
PE-02	-	-	4,72	41,88	4,12	35,43	13,85
NE-01	-	-	3,77	22,75	-	65,72	7,76
PE-01	-	-	3,70	28,14	-	65,55	2,61

**Taula 2.** Dades mineralògiques de les arenas que componen el mantell eòlic.

**Table 2.** Mineralogical data of the upper aeolian sands.

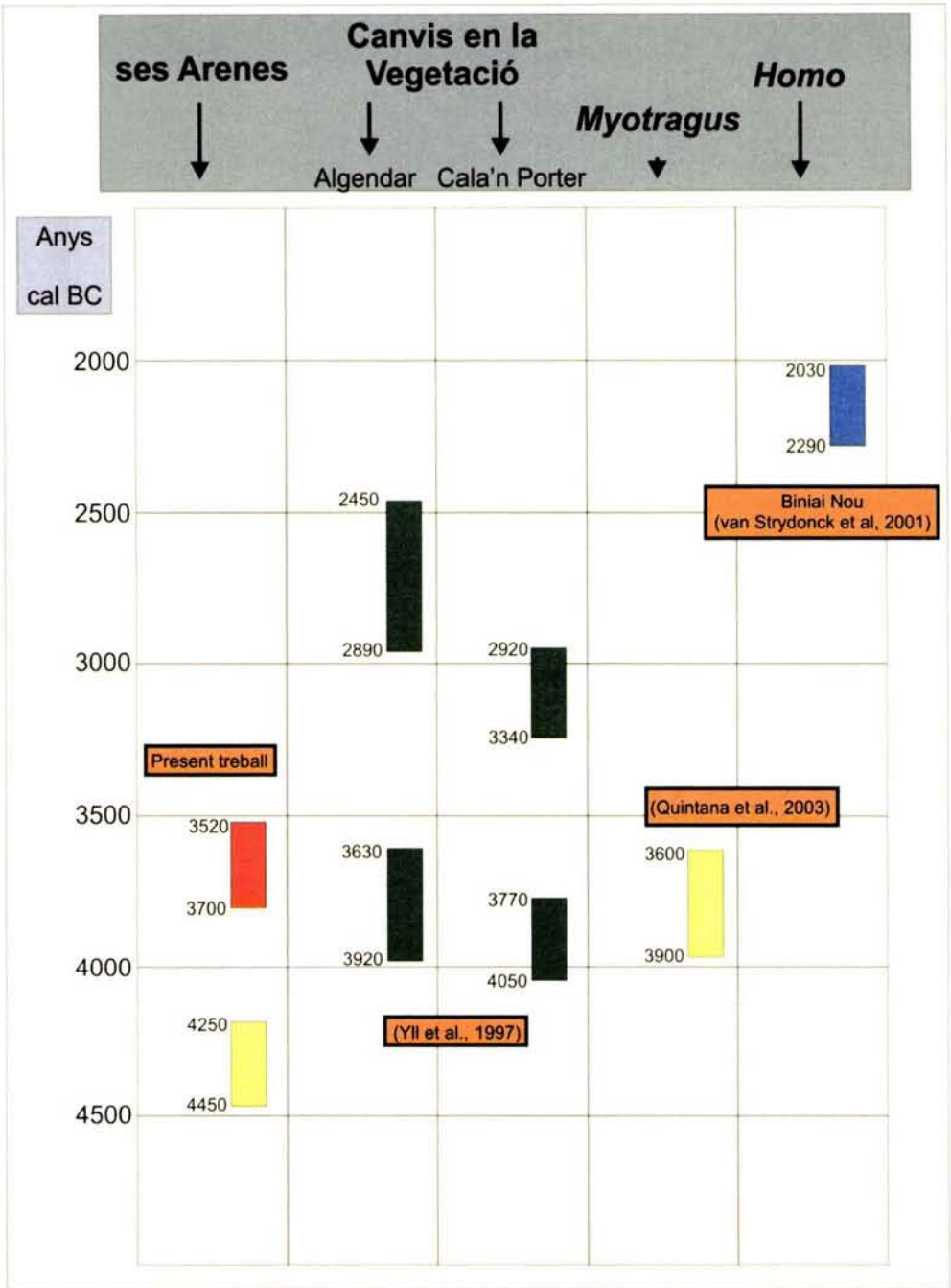
ment de la mandíbula, atribuït a l'espècie *Myotragus balearicus*, encara que per la migrada entitat del fragment, no s'ha pogut demostrar. El col·lagen obtingut d'aquest fragment d'os és de 2,41%, que és un valor baix. Normalment un os molt ben preservat dona valors del 5%. De més a més la coloració òptima del col·lagen és blanca, i en el nostre cas la mostra presentava un color marronós molt clar. La recuperació del carboni va ser prou bona (0,81%), essent els valors de  $C^{13} 0_{00} = -21,36$  i els de  $N^{15} 0_{00} = +5,00$ . La relació C/N (C/N=2,8) indica que el col·lagen és bo i no s'hi han produït infiltracions d'àcids húmics. Així mateix el valor baix del col·lagen suggereix una degradació parcial de l'os (per rentatge). Tot i això, sembla que no hi ha hagut contaminació per la qual cosa la datació obtinguda es pot considerar satisfactòria, tot abocant una edat de  $5495 \pm 45$  BP (4450-4250 cal BC).

La segona mostra correspon a uns fragments de carbó vegetal (KIA27610-charcoal), disposats de forma aïllada dins la seqüència sedimentària, però al mateix

nivell en què s'han trobat altres restes carbonoses. No ha estat possible constatar si es tractaria d'un incendi o d'una llar de foc d'origen antròpic. La datació obtinguda ha donat una edat de  $4830 \pm 40$ BP (3700-3520 cal BC).

## Discussió i conclusions

La localització i seqüència descrita de les eolianites holocèniques a la zona de ses Arenes de Ciutadella a la Tramuntana de Menorca indiquen sens dubte un període de condicions climàtiques molt especials o, si més no, força diferents de les actuals. La disposició dels sistemes dunars "actuals" o recents a l'illa de Menorca està connectada sempre amb la zona litoral. Així els trobem a l'interior de les cales o la capçalera dels barrancs i, molt especialment, a les zones més deprimides relacionades amb zones subsidents o depressions estructurals rebertes pel típic sistema platja-duna amb aiguamolls, albuferes o sistemes sedimentaris



**Fig. 7.** Cronograma de relació entre les datacions del present treball amb altres dades cronològiques d'interès.  
*Fig. 7. Chronological sketch with data of the present work and related events.*

similars. En tot aquest espectre de casos la font d'alimentació de la platja i, per tant, del medi marí queda força clara, com ho demostra la composició bioclàstica, i el mateix mecanisme d'acumulació.

Encara que la disposició en forma de llenca amb una orientació N-S sembla indicar que els vents retreballaren el material d'antigues dunes o platges, concentrant el flux eòlic per una espècie de canal que discorre entre cala Algaiarens i Son Saura, les direccions que ens mostren les làmines de les dunes inferiors semblen indicar una alimentació procedent de ponent amb determinades components potser afectades per l'efecte topogràfic. El mantell eòlic superior probablement resulta de l'acumulació en les parts més deprimides del sistema dunar subjacent, del qual, amb tota seguretat en recicla la major part de les arenes que el componen. L'establiment cíclic de períodes molt humits permeten la formació de torberes que no assoleixen gaire desenvolupament a causa de períodes de sequera posteriors i el recondicionament eòlic.

La datació del mantell dunar ajuda establir una cronologia sobre la interacció dels processos fluvials i eòlics esdevinguts al llarg de l'Holocè en aquest sector de l'illa (Fig. 7). El rebliment d'una paleoxarxa indica una forta activitat eòlica al voltant del 5è mil·lenni BP en detriment de la circulació fluvial, fet que també queda reflectit en altres zones de la Mediterrània (Frisia *et al.*, 2006), i amb el canvi de registre pol·línic observat als sondatges dels rebliments holocènics dels barrancs del Migjorn (Yll *et al.*, 1997) que aniria aparellat amb un important canvi en el volum i tipus de la cobertura vegetal. La datació del fragment d'os de *Myotragus* dona també nova informació sobre les dades d'extinció d'aquesta espècie a Menorca (Quintana *et al.*, 2003), com també de la presència primerenca de

l'home a l'illa (van Strydonck i Maes, 2001).

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat pel *Ministerio de Educación y Ciencia* – FEDER, CGL2006-1242-C03/BTE. Als Drs. Guillellem X. Pons i Josep Quintana els comentaris sobre la fauna malacològica i al Dr. Josep A. Alcover els seus suggeriments a propòsit de *M. balearicus* i les datacions C<sup>14</sup>. LGP gaudeix d'un contracte del programa JAE-Doc del CSIC.

## Bibliografia

- Frisia, S., Borsato, A., Mangini, A., Spötl, C., Madonia, G. i Sauro, U. 2006. Holocene climate variability in Sicily from a discontinuous stalagmite record and the Mesolithic to Neolithic transition. *Quaternary Research*, 66: 388-400.
- Henningsen, D. 1990. Quartäre kalkige Äolianite von N-Menorca (Balearen, westliches Mittelmeer). *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 40: 120-125.
- Mercadal, B., Villalta, B., Obrador, J.F. i Rosell, J. 1970. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín. *Acta Geologica Hispanica*, 5: 89-93.
- Quintana, J. 2006. Mol·luscs terrestres autòctons i introduïts a l'illa de Menorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Spira*, 2(1): 17-26.
- 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.
- Rosell, J. i Llompart, C. 2002. *El naixement d'una illa: Menorca*. Guia de geologia pràctica. Institut Menorquí d'Estudis. 279 pp.
- van Strydonck, M. i Maes, A. 2001. Les datacions i les anàlisis isotòpiques de Biniai Nou. *Treballs del Museu de Menorca*, 24: 163-174.
- Yll, E.I., Pérez-Obiol, R., Pantaleón-Cano, J. i Roure, J.M. 1997. Palynological evidence for climatic change and human activity during the