

El Pliocè marí de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental): proposta estratigràfica i paleoambiental

Bernat MOREY

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Morey, B. 2021. El Pliocè marí de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental): proposta estratigràfica i paleoambiental. *In: Pons, G.X., Vicens D. i del Valle, L. (edit.). La Història Natural de les Balears i Andreu Muntaner Darder. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 187-211. ISBN 978-84-09-33509-1. Palma (Illes Balears).

En els estudis de catalogació i valoració del patrimoni paleontològic de Mallorca (arxipèlag balear, Mediterrània occidental) es documenta un important registre corresponent al Pliocè marí que possibilita ordenar el període i a Mallorca en base a models cronològics a nivell global i mediterrani. A Mallorca i en els registres de final de conca la transgressió marina zanciana s'inicia amb registre marí planctònic (Fm. Margues amb *Amusium* sp. de Son Palou i de Son Mir) seguida de sedimentació infralitoral (Fm. Calcarenites amb pectínids de Ses Coves) per a finalitzar amb sedimentació mesolitoral (Fm. Calcarenites grogues amb *Persitistrombus coronatus* de Pontiró). Aquesta darrera unitat s'observa molt propera al límit Zanclià/Piacenzià-Z/P. Després d'una discontinuïtat sedimentària i/o superfície erosiva generalitzada en tot el registre i propera en aquest límit Z/P es documenta un nou cicle infralitoral (Fm. Margues amb ostrèids de Sta. Eugènia-Piacenzià) que finalitza amb nous registres mesolitorals (Fm. Calcarenites amb *Persitistrombus* sp. de Xorrijo i Banc d'Eivissa) propers ja al límit Pliocè/Pleistocè.

Paraules clau: *estratigrafia, paleoambients, Piacenzià, Pliocè, Zanclià.*

THE MARINE PLIOCENE OF MALLORCA ISLAND (BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN): STRATIGRAPHIC AND PALEOENVIRONMENTAL PROPOSAL. In the cataloguing and valuation of the Palaeontological heritage of Majorca (Balearic Archipelago, Western Mediterranean) documents an important marine Pliocene record. This record possible ordered the Pliocene period of the island according global and Mediterranean chronostratigraphic models. In the continuous records (end of basins) the zanclean marine transgression starts with a planktonic sedimentation (Calcilutites-marls and *Amusium* sp. Son Palou-Son Mir) followed of infralittoral sedimentation (Limestones-calcilutites and *Pecten* sp. Ses Coves) to finalize with mesolittoral sedimentation and fossil beaches (Yellow limestones with *Persitistrombus coronatus*. Pontiró) and erosive surface/sedimentary discontinuity close to Zanclian/Piacenzian limit. After erosive surface documents a new marine-infralittoral cycle (Marls and oyster of Sta. Eugènia. Piacenzian) and last mesolittoral sedimentation (Limestones with *Persitistrombus* sp. of Xorrijo-Banc d'Eivissa) close to Pliocene/Pleistocene limit.

Keywords: *stratigraphy, palaeoenvironments, Piacenzian, Pliocene, Zanclean.*

Bernat MOREY; bernatmoreycolomar@yahoo.es.

Introducció

El registre Pliocè marí de l'illa de Mallorca (Mediterrània occidental) s'ha interpretat sovint amb sols dues famílies sedimentàries: *Fm. Calcilutites de Son Mir*-transgressió marina inicial i *Fm. Calcarenites de Sant Jordi* o registre mesolitoral posterior (Barón, 1978; Pomar *et al.*, 1983; Fornós *et al.*, 1991, 2013; Mas, 2015). Aquest registre, tot i ser bastant continu i ric en fauna (Bauzá, 1978, Morey i Mas, 2009, Morey, 2013; 2019; Mas, 2015) sols s'ha interpretat en sondeig (Barón, 1978, Colom, 1983; Mateu, 1982) i en ell mai s'han definit amb claredat els trànsits Zanclià/Piacenzià i Pliocè/Pleistocè en resposta a sengles refredaments climàtics observats a nivell global/mediterrani (Haq *et al.*, 1987; Berggren *et al.*, 1995; Lisiecki i Raymo, 2005, 2007; Lourens *et al.*, 2004; Gibbard *et al.*, 2010).

En la catalogació i valoració del patrimoni paleontològic de Mallorca es localitza un important registre pliocè marí en superfície confós sovint amb el registre Miocè o sols estudiat a nivell ictiològic (Fallot, 1922; Bauzá, 1978; Morey *et al.*, 2009; Mas, 2000; 2010; Morey i Forteza, 2017; Morey, 2018; 2019) (Fig. 1). En aquest estudi s'ordena i interpreta aquest nou registre junt amb el ja conegut tot amb l'objectiu d'enquadrar en el possible el trànsit Zancliense/Piacenzià, la transgressió marina posterior i el refredament climàtic finipliocè.

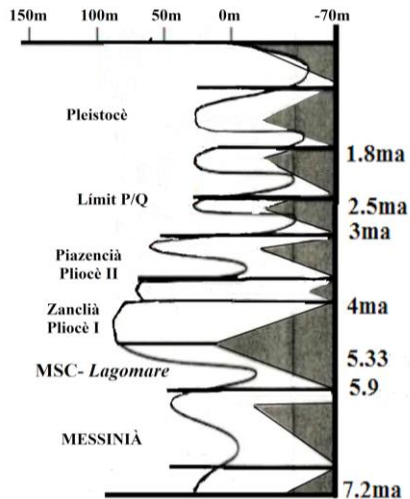


Fig. 1. Corba eustàtica per al Pliocè mediterrani segons Haq *et al.* (1987), Kewing (1982), Lisiecki i Raymo (2005), Dowset *et al.* (2013) i Khelifi *et al.* (2014).

Fig. 1. Eustatic curve for Mediterranean Pliocene according Haq *et al.* (1987), Kewing (1982), Lisiecki and Raymo (2005), Dowset *et al.* (2013) and Khelifi *et al.* (2014).

Així i en aquest estudi es pretén els següents objectius:

Presentar el registre del Pliocè marí localitzat i estudiat en els treballs de catalogació, caracterització i valoració del patrimoni paleontològic de Mallorca.

Identificar en el registre estudiat les fàcies pròximes a la regressió marina intrapliocena (trànsit Zancliense/Piacenzià) i al refredament climàtic Pliocè/Pleistocè.

Proposar una nova ordenació estratigràfica que s'adapti millor al registre estudiat i permeti la seva extrapolació a cicles glacioeustàtics a nivell global/mediterrani.

Justificar l'ordenació estratigràfica proposta amb una primera interpretació paleoambiental.

Context geològic

L'illa de Mallorca és la major zona emergida de l'arc Balear. Aquest és una prolongació de les serres Bètiques cap al centre de la Mediterrània occidental (Fallot, 1922; Gelabert, 1997; Giménez *et al.*, 2007). Mallorca és una combinació de horsts (elevacions), plataformes miocenes i grabens o semigrabens (conques) estructurats per l'orogènia alpina (Pomar *et al.*, 1983; Morey, 2017, Fig. 1a). El període distensiu actual s'inicia en el període Langhià-Serraval·lià i es manifesta amb falles i fractures que afecten tant a l'estructura alpina de l'illa com al seu registre posterior (Pomar *et al.*, 1983; Silva *et al.*, 2005; Morey, 2018).

El registre miocè postectònic de Mallorca s'ordena en cicles marins-litorals (transgressió/ regressió marina/sedimentació mareal) separats per discontinuïtats estratigràfiques (Pomar *et al.*, 1983; Pomar i Ward, 1994; Morey i Forteza, 2017; Morey, 2018) tot i en resposta a canvis climàtics globals (Haq *et al.*, 1987; Krijgsman *et al.*, 1999; Lourens *et al.*, 2004; Raymo *et al.*, 2011).

La crisi finimessiniana mediterrània (5.99-5.33 Ma. Krijgsman *et al.*, 1999) es significa a l'illa amb registres llacunars i registres brackish-*Lagomare* sobre els que es diposita el registre pliocè estudiat (Mateu, 1982; Morey i Mas, 2009; Morey i Forteza, 2015; Morey, 2018). Aquest és un registre molt litoral que ja no mostra evidències de sedimentació mareal. En superfície s'observa fossilitzat pels sistemes dunars pleistocens o posat al descobert en diversos antiformes (Butzer, 1985; Morey i Forteza, 2015; Morey i Mas, 2009; Mas, 2015; Morey, 2016, 2018).

Materials i mètodes

La catalogació del patrimoni Paleontològic de Mallorca s'ha iniciat amb la batuda sistemàtica del territori insular (3600 km². Cinc recorreguts /km². 2006-2018) a partir dels Mapes Topogràfics Nacionals 1: 25000 i dels mapes geològics del projecte MAGNA (Olmo-Zamora *et al.*, 1991). També s'ha treballat amb els models GPS Garmin eTrex Summit HC (cartografia Topo Espanya v.3.0, BCN 1: 25.0000-Datum Eur. 1950) i amb els visualitzadors digitals Google Earth i IDEIB. <http://ideib.caib.jsp>. Del patrimoni catalogat es selecciona el registre comprès entre la sedimentació finimessiniana-*Lagomare* (Morey i Mas, 2009) i els sistemes dunars pleistocens amb *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) (Morey i Forteza, 2013). El conjunt seleccionat comprèn prop de 70 LIPs (Llocs d'Interès Paleontològic) (Morey, 2017) (Fig. 2a) compendiats en aquest estudi en uns 20 perfils estratigràfics.

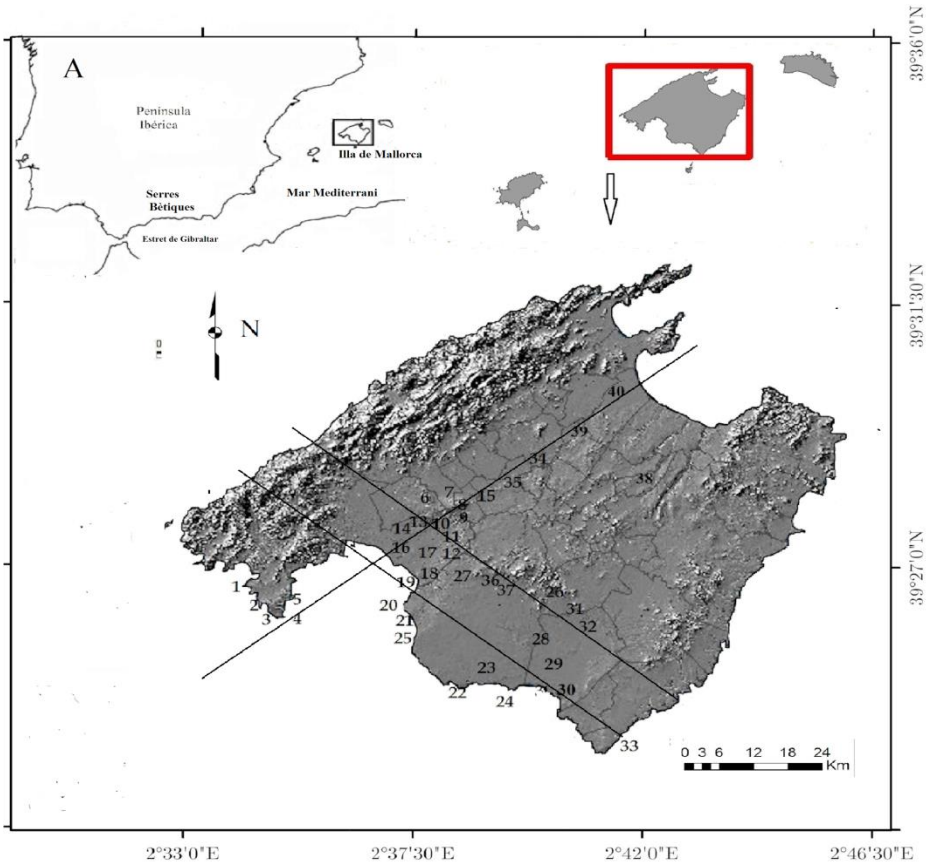
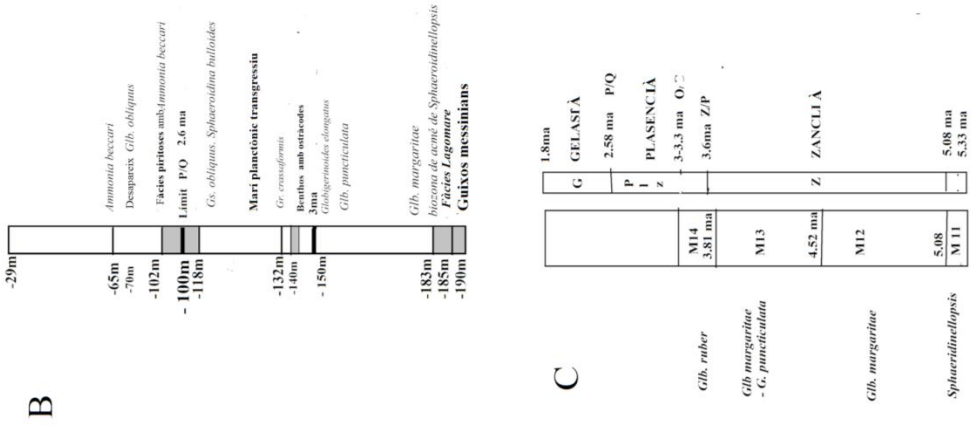


Fig. 2. A). Illa de Mallorca i registre pliocè marí catalogat (plataforma de Lluçmajor, Conques de Palma i Campos i STA-Falla de Sta Eugènia-Sencelles-conca de Inca). B). Sondeig S31 (Mateu, 1982). C). Biocronoestratigrafia pel Pliocè mediterrani de Corbí i Soria (2016).

Fig. 2. A). *Pliocene record of Mallorca island. (Lluçmajor platform, Palma, Inca and Campos bassins and Sta Eugènia-Sencelles fault. B). Sounding S31 (Mateu, 1982). C). Biocronostratigraphy for the Mediterranean Pliocene (Corbí and Soria, 2016).*

Així se contempla i combina l'escàs registre documentat en l'inici dels estudis de catalogació patrimonial (Bauzá, 1978; Mas, 2000; Olmo-Zamora *et al.*, 1991; Mateu, 1982-Fig 2b; Colom, 1985) i el nou registre localitzat (Morey i Mas, 2009; Morey *et al.*, 2009; Morey, 2013; Mas, 2015; Morey, 2018).

La correlació entre paleofàcies s'aborda des de la seva integració en seqüències de dipòsit on cada cicle estratigràfic o Sintema s'entén com un cos rocós limitat per discontinuïtats significatives a nivell regional (Chang, 1975; Tent Manclús, 2003; Corbí, 2010; 2017; Corbí i Soria, 2016) (Fig. 2c). La posterior ordenació estratigràfica es reforça amb una primera interpretació paleoambiental i s'adapta a models glacioeustàtics a nivell global/mediterrani (Haq *et al.*, 1987; Berggren *et al.*, 1995; Krijgsman *et al.*, 1999; Hilgen *et al.*, 2000; Lisiecki i Raymo, 2005; Dowset *et al.*, 2013; Khelifi *et al.*, 2014). De cada perfil estratigràfic s'aporten coordenades UTM, altura sobre el nivell del mar, referències bibliogràfiques, fauna significativa i descripció resumida de les fàcies documentades de més antiga a més moderna (principi de superposició estratigràfica). S'ha optat per una descripció sintètica per poder observar i comparar tot o la majoria del registre de l'illa i no sols el d'un sector determinat. Aquest fet resulta fonamental en un registre distès, fallat, subsidit i basculat i/o aixecat per moviments orogènics posteriors com és el registre postectònic de Mallorca (Morey i Mas, 2009; Morey, 2013; 2017).

La interpretació paleoambiental es realitza a partir dels estudis micropaleontològics de Mateu (1982) o Colom (1983). Per mors la falta de bioindicadors planctònics en les fàcies mesolitorals (platges amb *Persitistrombus* sp.) s'estudien també les restes fòssils de mol·luscs. Aquests se mostren sensibles als canvis climàtics igual com passa en el Plistocè Superior marí de Mallorca (Cuerda, 1987, 1989; Morey, 2008; Vicens, 2015) o en el Tortomessinià mediterrani (Lacour *et al.*, 2002; Morey i Forteza, 2017; Morey, 2018).

Resultats

Descripció dels perfils

a) **Banc d'Eivissa** (457060-4368442. 100 m).

Penya-segats al SO de Mallorca (Miocè, Pliocè i Pleistocè) (Butzer, 1985; González Hernández *et al.*, 2000) (Fig. 3). De base a sostre es documenten:

-4 m. Calcàries i margues amb *Crassostrea* sp. Messinià (Fig. 3. M1. M2).

-2 m. Calcarenites blanc grises compactes i *packstone* de conquilles de mol·luscs propis d'ambients meso i infralitorals (*Conus* sp. i *Persitistrombus* sp.) (P1. Fig. 3).

-1-2 m. Platja de còdols amb matriu arenosa i *Persitistrombus coronatus* (Defrance, 1827) datada en l'episodi de polaritat magnètica inversa Matuyana (González Hernández *et al.*, 2000). (Fig. 3. P2).

-7 cm. Crosta calcària negra i lumaquel·la fòssil de mol·luscs mesoinfralitorals (*Conus* sp. *Columbella* sp., *Cerithium* sp.). Hemicicle F de Butzer (1985). P3-P/Q (Fig. 3).

-85 m. Quatre sistemes dunars pleistocens (Butzer, 1985), els dos inferiors amb *Rumina decollata* (Linneaus, 1758) i restes de cambres d'insectes (Morey i Forteza, 2013).



Fig. 3. Promontori del Banc d'Eivissa (100 m). Platges pliocenes amb *Persitistrombus* sp. (P1; P2) entre fàcies miocenes (M1; M2; M3) i sistemes dunars pleistocens (P/Q; A; B; C; D; E. Butzer, 1985; Morey i Forteza, 2013). Línies separant fàcies i cicles.

Fig. 3. Banc d'Eivissa promontory (100m). Pliocene beaches with *Persitistrombus* sp. (M1; M2; M3) and Pleistocene dunar systems (P/Q; A; B; C; D; E. Butzer, 1985; Morey and Forteza, 2013). Lines separating facies and cycles.

Conca de Palma

b) Ca'n Casetes (482200-4375500. 40 m) (Fig. 4)-**Ca'n Nadal** (480.793 4373479. 31 m).

Pedreres entre la conca de Palma i la plataforma de Lluçmajor. De base a sostre es documenten (Mas, 2000; 2015 i observacions personals).

- Microbialites i calcàries obscures messinianes (*Fm. Calcàries Pont d'Inca*).
- Argiles i margues grises amb motlles de mol·luscs salobres (fàcies *Lagomare*).
- Còdols (inici transgressió marina pliocena).
- 5-10 m. Calcilitites beixos bioturbadas amb foraminífers planctònics (*Globorotalia margaritae*) i conquilles de mol·luscs (*Amusium* sp.) i escafòpodes (*Dentalium* sp.).
- Calcarenites i llims taronja amb poques restes fòssils (Fig. 4A).
- Ca'n Nadal. 10 m. Calcarenita blanc beix amb restes de bivalves (*Callista* sp., *Ensis* sp., *Chlamys* sp., Pectínids, *Panopea* sp.) i *Persitistrombus coronatus*.
- Ca'n Casetes (1.5 m). *Rudstone* de mol·luscs mesolitorals (*Persitistrombus* sp. *Panopea* sp.) amb matriu calcarenítica i porosa datada en torn als 4.5 Ma (87Sr/86Sr) . (lumaquel·la I) (Mas, 2015) (Figs. 4A i 4B).
- Ca'n Casetes (15-20 cm). Concentració d'ostrèids en matriu calcària-margosa (Fig. 4C). Lumaquel·la II datada entre els 3.3-3.02 Ma. (87Sr/86Sr) (Hearty a Mas, 2015).
- Ca'n Nadal (7 m). Margues arenoses amb restes de petits pectínids que passen a margues lutítiques marrons amb esporàdiques restes de cardífids (Fig. 4D).

Coronant els dos perfils combinats s'observen entre 5 i 7 m de eolianites i paleosòls amb gasteròpodes pulmonats (*Iberellus* sp.).

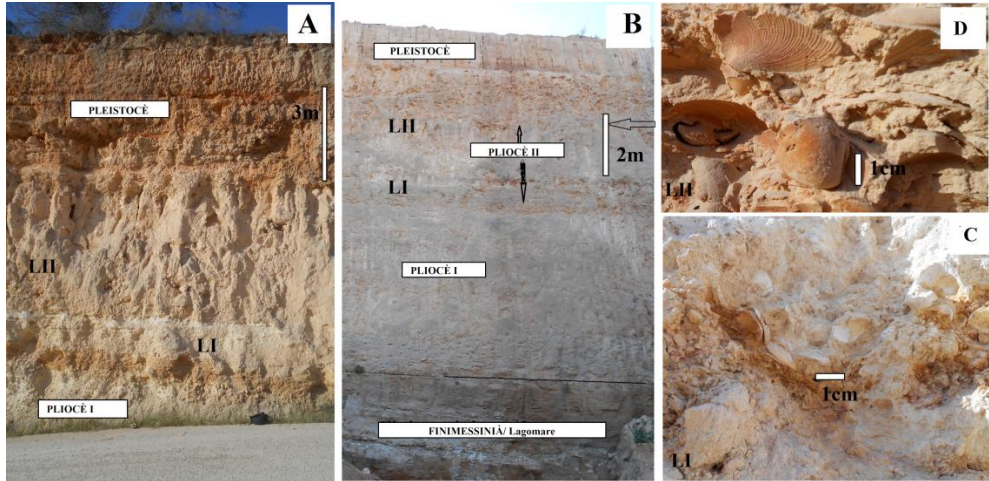


Fig. 4. Pedrera de Can Casetes (A; B). Pliocè--PI sobre *Lagomare* i coronat per cycle Infralitoral PII. C). Lumaquella-LI-amb pectínids i ostrèids. D). Lumaquella-LII.

Fig. 4. Can Casetes quarry (A; B). Pliocene--PI on *Lagomare* and Infralitoral PII cycle on PI. C). *Lumachele* LI-with *Pecten* sp. and oysters. D). LII.

c) Son Mir

Barrancs excavats en un antiforme miocè sobre la conca de Palma (100-50 m). Seqüència pliocena descrita per Barón (1978) a Can Calixtro (Sondeig. Bloc inferior de la falla Sta Eugènia-Sencelles) (Morey *et al.*, 2009). Es localitzen i descriuen dos perfils en superfície:

Son Mir I. (480000-4383300. 20-55 m) (Fig. 5).

-1.5 m. visibles. Margues i lutites arenoses blanques i grogues massives bioturbades amb restes piritoses. Calcàries estromatolítiques laminades (Fm. *Calcàries Pont d'Inca*).

-15 m. de margues i calcilutites grogues massives bioturbades amb *Amusium* sp. i *Epitonium* sp. en bon estat de conservació (Figs. 5A i 5C).

-3 m. Margues blanc grises bioturbades amb motlles de *Panopea* sp. (Fig. 5D).

-3 m. Calcarenita arenosa groga amb motlles de pectínids.

-70 cm. Calcarenita i restes de concreta negra carstificada i restes de llims vermells.

-7 m. Calcarenita o lumaquella de mol·luscs mal conservats i elevada porositat (motlles) de *Persitistrombus* sp., *Conus* sp., *Callista* sp. o *Tellina* sp. (Fig. 5B).

Son Mir II (480090-4383250. 30-50m).

-12 m. Margues arenoses bioturbades beiges o grogues amb *Amusium* sp. (Fig. 5A).

-60 cm. Calcarenites grogues amb pectínids.

-1 m. Margues arenoses blanc grises. Capa capbussada 20° (no s'observa el previsible cabussament en les capes inferiors).

-30 cm. Calcarenites i còdols i motlles de *Glycymeris* sp.

-6 m. Calcarenita-rudstone de mol·luscs marins de significació càlida (*Persitistrombus* sp., *Tellina* sp., *Solen* sp. i altres espècies). (Fig. 5B).

En la localitat de Sa Cabaneta i sobre perfil anterior (478750-38575000. 100 m) s'observa una important concentració de *Persitistrombus* sp. en matriu calcarenítica. (Fig. 5E). Al turó proper de Ca'n Xarpa (478050-4382500. 45m.) i sobre mateixa lumaquel·la amb *Persitistrombus* sp. i *Panopea* sp. s'observen calcarenites amb *Glycymeris* sp. extrapolables a Son Mir II però atribuïdes per Cuerda (1987) al Pleistocè inferior.

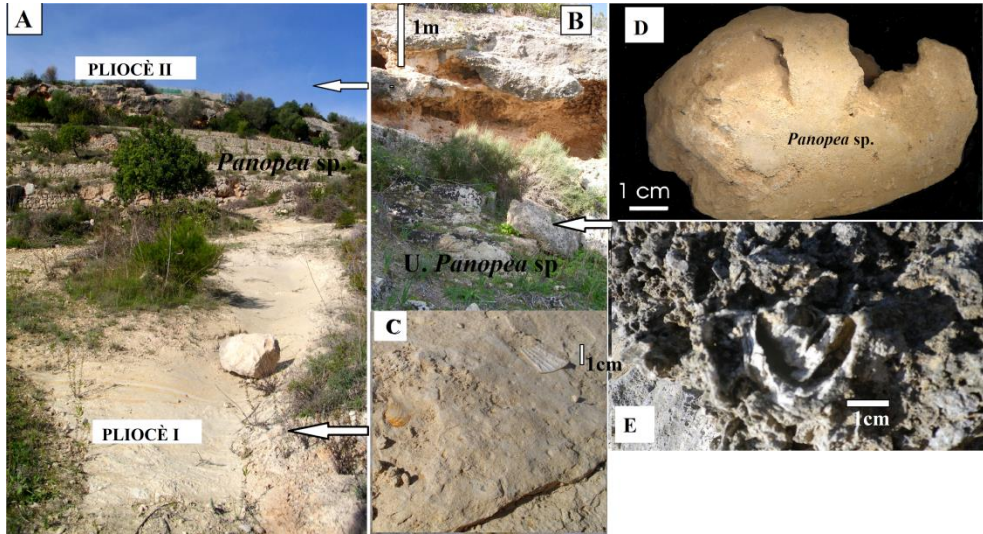


Fig. 5. A) Son Mir I. Entrada del Pliocè marí sobre registre messinià coronat per lumaquel·la (B)-Pliocè II sobre margues amb *Panopea* sp. C). Margues amb *Amusium* sp. Pliocè I. D). Nivell de margues amb *Panopea* sp. en posició de vida. E). *Persitistrombus coronatus* (DeFrance, 1827)-Pliocè II de Sa Cabaneta.

Fig. 5. A) Son Mir I profile. Marine Pliocene on the Messinian register crowned by lumachele (B) - Pliocene II on marls with *Panopea* sp. C). Marls with *Amusium* sp. Pliocene I. D). Level of marls with *Panopea* sp. in a life position. E). *Persitistrombus coronatus* (DeFrance, 1827) -Pliocene II of Sa Cabaneta.

d) Ca's General-Pontiró (484500-4383050. 110m-65 m) (Fig. 6A).

Torrent excavat en plataforma miocena sobre la conca de Palma (Morey i Mas, 2009; Mas, 2010). De Nord a Sud i seguint el torrent s'observen:

- 6 m. Calcàries obscures recristalitzades (*Fm. Calcàries Pont d'Inca*. Finimessinià)
- 20 cm. Margues grises amb motlles de hidròbids i cardítids (Facies *Lagomare*).
- 15 m. Margues i limolites beix massives i bioturbades amb *Amusium* sp.
- 20 m. Calcarenites i calcilutites estratificades amb *Pecten* sp. i equínids (Fig. 6A)
- 70 cm. *Pakstone* de mol·luscs marins (*Persitistrombus* sp.; *Panopea* sp.) i dents de peixos tropicals (Mas, 2010) en matriu arenosa-lutítica beix. (Pliocè I. Fig. 6A).
- Superfície erosiva.
- 5-7 m. Margues blanques bioturbades amb abundants ostrèids i balànids (Fig. 6A).
- Calcilutites amb pectínids i dents de peixos (*Sparus* sp.).

-1.5 m. Calcarenites grises. *Pakstone* de mol-luscs (*Persitistrombus* sp. *Panopea* sp.) (Fig. 6A).

-. 20m. Calcarenites èdliques amb estratificació creuada, rizoconcrecions i nivells edàfics (3 hemicicles). Arenes amb restes de cerítids i cardítids.

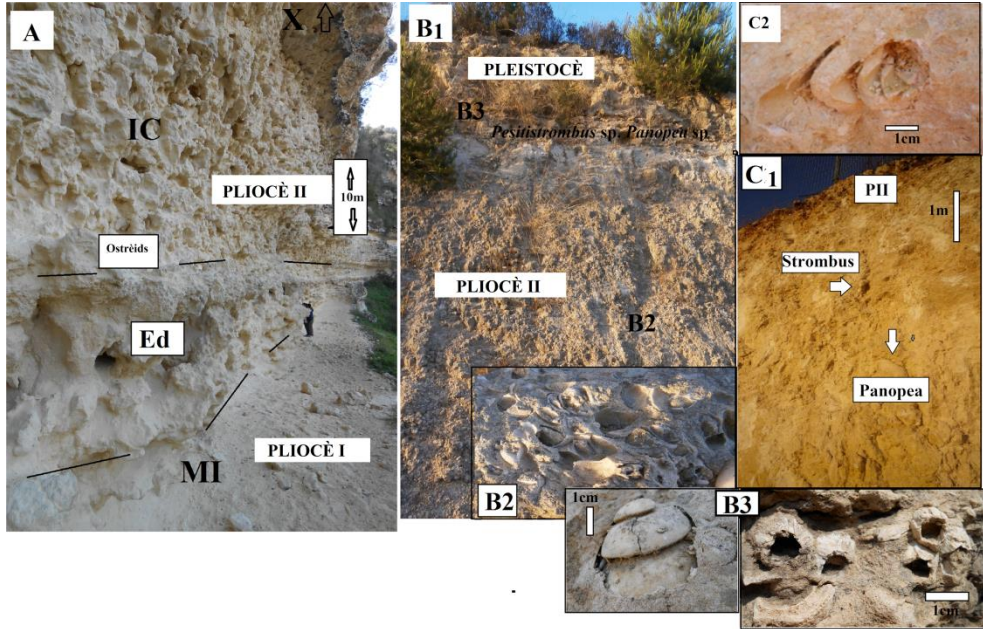


Fig. 6. A). Barranc de Pontiró. Pas del Pliocè I (MI. Mesoinfralitoral) al Pliocè II (IC. Infralitoral). Ed. (superfícies erosives). B1). Xorrigo. Lumaquel·la mesolitoral (B2) amb *Persitistrombus* sp. coronada por platges (B3) amb *Persitistrombus* sp. C1). Son Gual. Fàcies grogues-Pliocè I amb *Panopea* sp. y *Persitistrombus* sp. -C2.

Fig. 6. A). Pontiró ravin. Pliocene I (MI. Mesoinfralitoral) to Pliocene II (IC Infralitoral). Ed. (erosive surfaces). B1). Xorrigo mesolitoral lumachele (B2) with *Persitistrombus* sp. crowned by beaches (B3) with *Persitistrombus* sp. C1). Son Gual. Yellow facies of Pliocene I with *Panopea* sp. and *Persitistrombus* sp. -C2.

e) Xorrigo (486000-438055040. 30-70 m) (Fig. 6B)-**Son Gual** (485000-4379500. 70 m) (Fig. 6C).

Barrancs i tall en la carretera Ma 15. Palma-Manacor (km 17) sobre la conca de Palma mostrant:

-Calcària dolomititzada i *rudstone* de mol-luscs i equinoids (*Scutella* sp.) (X). Calcàries recristalitzades (Fm. *Calcàries Pont d'Inca*) amb cristalls de guixos selenítics (G). Messinià.

-15 m. Margues i calcarenites beix bioturbades amb *Pecten benedictus* que passen a calcilitites grogues amb *Persitistrombus coronatus* i *Panopea* sp. en aquest ordre (Fig. 6C).

-20 cm. Xorrigo. Calcarenites blanc-grises amb *Pecten jacobaeus*.

-7 m. *Pakstone* de mol·luscs (*Cardita* sp. *Tellina* sp. *Solen* sp. *Glycymeris* sp.) amb *Persitistrombus* sp. en matriu arenosa blanc. grisa capbussant 15° cap al SW (depocentre-conca de Palma) (Fig. 6B2).

-Superfície erosiva.

-30-60 cm. *Pakstone* de mol·luscs amb *Persitistrombus coronatus* i *Panopea* sp. tot en matriu arenosa blanca-beix (Fig. 6B3)

-Eolianites amb restes edàfics, d'insectes i *Rumina decollata*.

f) Cap Enderrocat (478142-4375150. 15 m) (Fig. 7).

Perfil inèdit. Contrafort oriental de la badia de Palma. De base a sostre i sobre calcàries miocenes s'observen:

-. 5 m. Acumulació de ostrèids i balànids (Fig. 7C).

-.70 cm. Calcarenites arenoses grogues. *Rudstone* de lamel-libranquis fòssils mesoinfralitorals (*Tellina* sp., *Gastrana* sp., *Glycymeris* sp., *Cardita* sp., *Donax* sp., *Ensis* sp.) (Fig. 7D).

-. 10 m. Calcarenites pleistocenes amb motlles de cerítids i cardítids. Restes de platges amb *Patella* sp. i *Conus textudinarius* (Pleistocè Mitjà-Superior).

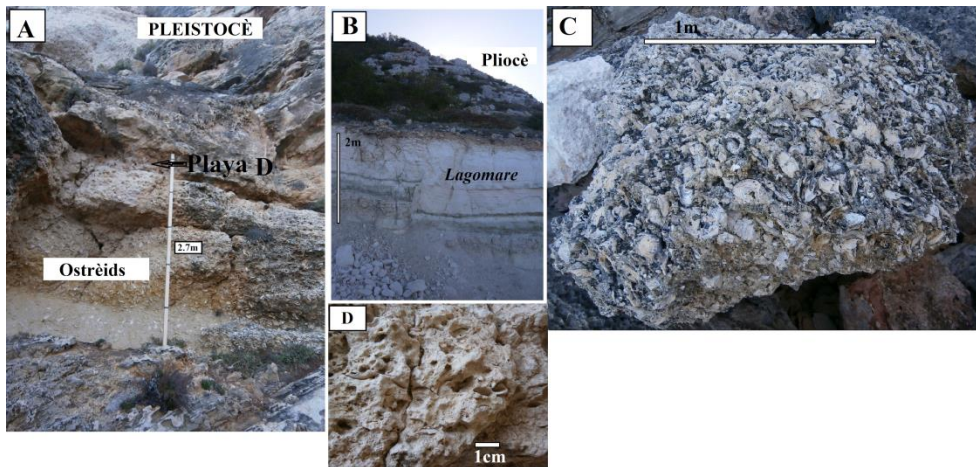


Fig. 7. A). Cap Enderrocat. Acumulació d'ostrèids-C-sota platja -D sens fauna de significació càlida i sota sistemes dunars pleistocens. B). Moreria-Ses Olles. Pliocè I amb *Amusium* sp. sobre fàcies *Lagomare* i falla.

Fig. 7. A). Cap Enderrocat. Oyster accumulation -C-under beach -D non warm significance fauna and under pleistocene dune systems. B). Moreria-Ses Olles. Pliocene I with *Amusium* sp. about *Lagomare* facies and fault

Marina de Llucmajor i Conca de Campos.

g) Moreria (477800-4782000. 0-70m) (Fig. 7B) -Pas des Verro (478310-4.365.930. 30-80 m).

Penya-segats en el Sud de l'illa. Perfil a partir de les observacions de Simó i Ramon (1986), González Hernández *et al.* (2000), Mas (2015) i aportacions inèdites, mostrant:

- 15 m. Tortomessinià. Fàcies de plataforma externa (*Halimeda* sp., *Amusium* sp.)
- 3 m. Messinià II. Fm. Calcàries Pont d'Inca.
- 20 cm. Margues grises amb fauna *Lagomare*.
- 6 m. Calcilitites grogues massives i bioturbades amb *Amusium* sp. i en contacte discordant (falla) amb Tortonià. (Fig. 7B).
- 5 m. Calcarenites poc estratificades amb escassos pectínids (observació inèdita).
- 3 m. Conglomerats de matriu arenosa blanca-beix sense fauna (observació inèdita).
- 35-40 m. 2/3 hemicicles dunars pleistocens (en estudi).

En el Pas des Verro (separat de Moreria per falla) i sobre miocè s'observa calcarenita arenosa beix amb fauna de mol·lusc fòssils (*Sacostrea* sp., *Glycymeris* sp., *Conus* sp., *Turbo* sp., *Patella* sp., *Lima* sp., *Acanthocardia* sp., *Cardita* sp., *Venus* sp. sense *Persitistrombus* sp.) considerada del Pleistocè inferior per Cuerda i Sacarés (1991) i datada entre els 4.81 Ma (+ -0.5 Ma) i 3.57 Ma per Hearty (Mas, 2015).

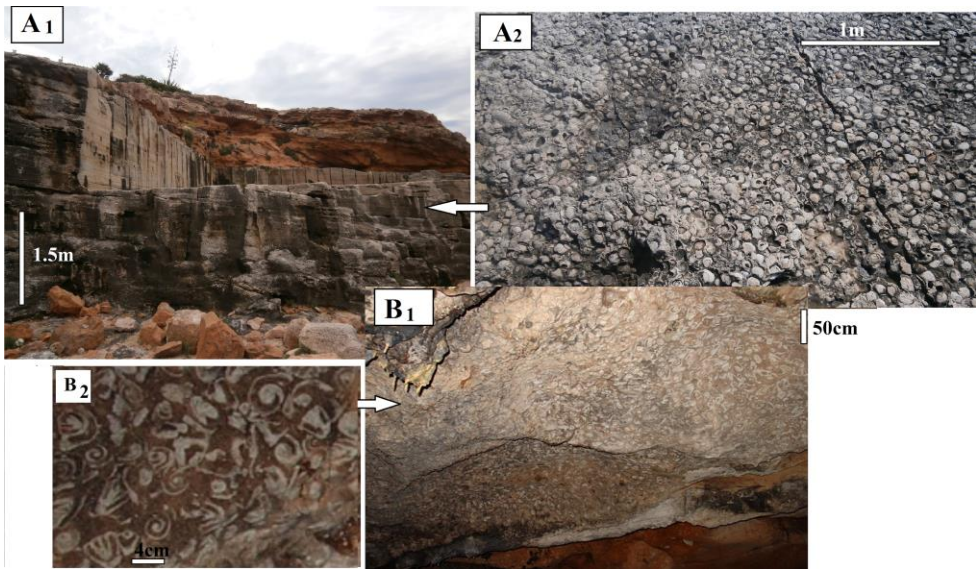


Fig. 8. Pliocè II. A1). Pedrera de Vallgornera. Acumulació de fauna mesolitoral arenosa-A2 sens espècies de significació càlida. B1). Important acumulació de *Persitistrombus coronatus* (Defrance, 1827) (B2) en la volta de la cova de Son Lluís (Porreres) a 149m sobre el nivell de la mar.

Fig. 8. Pliocene II. A1). Vallgornera quarry. Sandy mesolitoral fauna-A2 without warm significance fauna. B1). Main accumulation of *Persitistrombus coronatus* (Defrance, 1827) (B2) on the vault of Son Lluís cave at 149m above sea level.

h) Cala Pi (485906-4357062. 15 m).

Sobre la plataforma miocena de Cap Blanc-Llucmajor es disposa la seqüència pliocena de Cala Pi-Vallgornera amb:

- 0-5 m. Calcàries esculloses i calcarenites i oolites messinians (Mas, 2000).
- 2-5 m. Bretxes i conglomerats amb nivells arenosos decimètrics, pectínids mal conservats i dents de peixos (espècies de clima càlid-tropical. Mas, 2000).

-3-5 m. Lumaquel·la molt dura amb glycmèrids, tellínids i cardítids tot sense *Persitistrombus* sp. Pedreres de Cala Pi i Vallgornera (Muntaner, 1959) (Figs. A1 i A2) considerades miocenes per Pomar *et al.* (1983), Mas (2000) o Mateos *et al.* (2011).

-Eolianites i paleosòls pleistocens amb restes d'insectes i gasteròpodes pulmonats (diversos hemicicles) i restes de platges pleistocenes (Cuerda i Sacarés, 1991).

i) Campos Sa Ràpita.

Sobre la plataforma miocena de Porreres (centre sud de l'illa. Fig. 1) es disposa el pliocè dels Monjos (502750-4369300. 50m. Mas, 2015), de Sa Ràpita (Morey, 2011. 2m) i les platges amb *Persitistrombus coronatus* (Defrance, 1827) de Son Lluís (501750-4370200. 145-149m. Colom *et al.*, 1968. Fig. 8. B1).

En perfil combinat per a tot el conjunt (Morey, 2011) s'observen:

-2 m. Margo-calcàries blanques i argiles vermelles amb cristalls de quars. Fauna salobre.

-5-7 m. Calcarenites grogues amb ostràcodes i foraminífers bentònics llacunars (*Ammonia* sp., *Elphidium* sp.), dents de peixos (*Sparus* sp. *Diplodus* sp. *Carcharias* sp. Mas, 2015) i motlles de mol·luscs (*Persitistrombus* sp., *Conus* sp.,...).

-7-10 m. Arenes i lutites grogues amb *Panopea* sp. (Són Garau).

-1 m. Calcarenites grises amb important concentració de *Persitistrombus coronatus*. És Baulens, Son Mulet i Cova de Son Lluís (Fig. 8. B2).

-Dunes pleistocenes amb *Rumina decollata* i restes d'insectes.

En el litoral de Sa Ràpita (586500-4.357. 100 m) i en un tall proper de la carretera a Campos (Es Serralt. 436300-4999500. 25 m) i sobre Miocè s'observen.

-Arenes i lutites grogues

-Superfície erosiva i nivells de cerítids de matriu calcarenítica (Sa Ràpita i Es Serralt).

-0.5-1 m. *Pankstone*-de cardítids i tellínids de matriu calcarenítica (Sa Ràpita)

-1-2 m. Margues blanc-grises amb important concentració d'ostrèids (Serralt).

-Eolianites. Sistemes dunars litorals *Riss* i *Würm* i platges pleistocenes (Morey, 2011).

Conca d'Inca

La falla Sta. Eugènia-Sencelles deixa en superfície un important registre Pliocè citat per Hermite (1879) i Fallot (1922) i interpretat per Morey i Mas (2009) com a referent per al pliocè de Mallorca (Morey, 2013; 2016).

Sobre fàcies Lagomare (Morey i Mas, 2009) i combinant diversos perfils s'observen:

j) Són Palou-Ses Coves. (484200-4316950. 200-245m. Fig. 9).

-25 m. Margues i limolites beix massives bioturbades amb *Amusium* sp. (Figs. 9A i 9C) que passen a calcilutites amb escafòpodes (*Dentalium* sp.).

-10 m. Calcarenites i calcilitas arenoses beixos estratificades amb equinoderms (*Schizaster* sp.) (Figs. 9B i 9D), ostrèids i pectínids.

Superfície erosiva capbussant 40° cap al SO.

-1-2 m. Calcarenites arenoses ocres amb motlles de mol·luscs (*Panopea* sp. *Persitistrombus* sp.) (Fig. 9C) i dents de peixos que passen a calcarenites compactes amb pectínids i rizoconcrecions. Coberta i pendent del turó capbussant 30-35° cap al N-NO (depocentre de la conca d'Inca).

El perfil continua cap al poble de Sta. Eugènia (Figs. 10B i 10C):

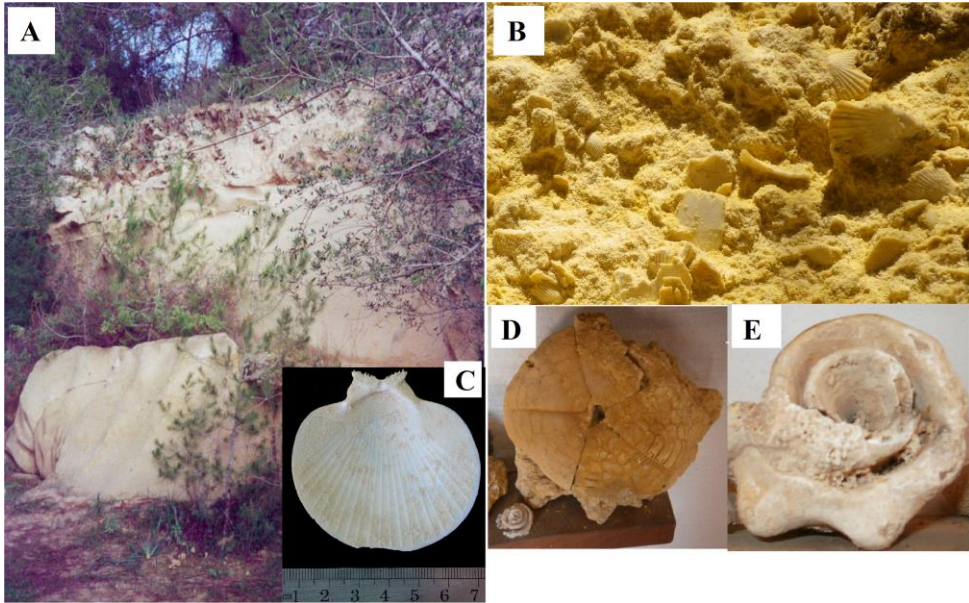


Fig. 9. A). Son Palou-Comellar des Rafal. Fm. *Calcilutites* con *Amusium* sp. -C que passen a (B) Calcarenites amb pectínids i equínids -D (Fm. *Calcarenites amb pectínids de Ses Coves*). Aquestes finalitzen amb platges amb *Persitistrombus* sp. (E. Col·lecció Martorell).

Fig. 9. A). Son Palou-Comellar des Rafal. Fm. *Calcilutites* with *Amusium* sp. -C and (B). Limestone with *Pecten* sp. and equinoidea -D (Fm. *Limestone with Pecten* sp. of *Ses Coves*). These end with beaches with *Persitistrombus* sp. (E. Martorell Collection).

k) Sta. Eugènia-Sa Creueta (484200-4316950. 150m.).

Sobre calcarenites grogues plegades i sovint bretxificades formant coves amb tram superior consolidat i capbussant 30-35° (Coves de Lourdes. Fig. 10A) s'observen (Fig. 10B):

-1 m. Calcàries i margues blanc grises amb ostrèids i motlles de cerítids i cardítids.

-50 cm. Margues blanques amb gasteròpodes (*Tympanotono* sp.), ostràcodes i concentracions d'ostrèids (7-8 m) (Figs. 10D i 10E).

En el turó proper des Puget (Perfil l. Can Ferriol-486470-4386300. 140 m) (Fig. 10C) i de Can Nadal-Cova des Negret. N-NO de la falla (Morey i Mas, 2009) i de base a sostre s'observen:

-40 cm. bretxes de matriu margosa blanca i groguenca amb *Panopea* sp.

-Calcarenita dura amb dents de peixos (*Diplodus* sp.). Superfície erosiva.

-50 cm. Margues blanc grisos amb restes d'arrels i matèria orgànica, ostràcodes i restes de gasteròpodes salobres (*Tympanotono* sp.) (Fig. 10C).

-20 cm. Argiles amb restes carbonosos i ferruginosos, *Ammonia* sp. i ostràcodes com *Cyprideis torosa*.

-20 cm. Nivells obscurs piritosos (anòxics) de potència centimètrica combinats amb llims marronencs amb *Cardium* sp. i gasteròpodes llacunars (*Hydrobia* sp.).

-80 cm. Argiles arenoses i vermelloses amb *Cardium* sp. Arenes marines amb tellínids.

-1 m. Alternança de lumaquelles de tellínids i cardítids i de margues blanc-grises amb ostràcodes, *rudstone* d'ostrèids i foraminífers bentònics (tres nivells decamètrics).

-50 cm. Calcarenites blanc-arenoses amb espècies del gènere *Patella* sp. i *Cardium* sp. i restes de cerítids.

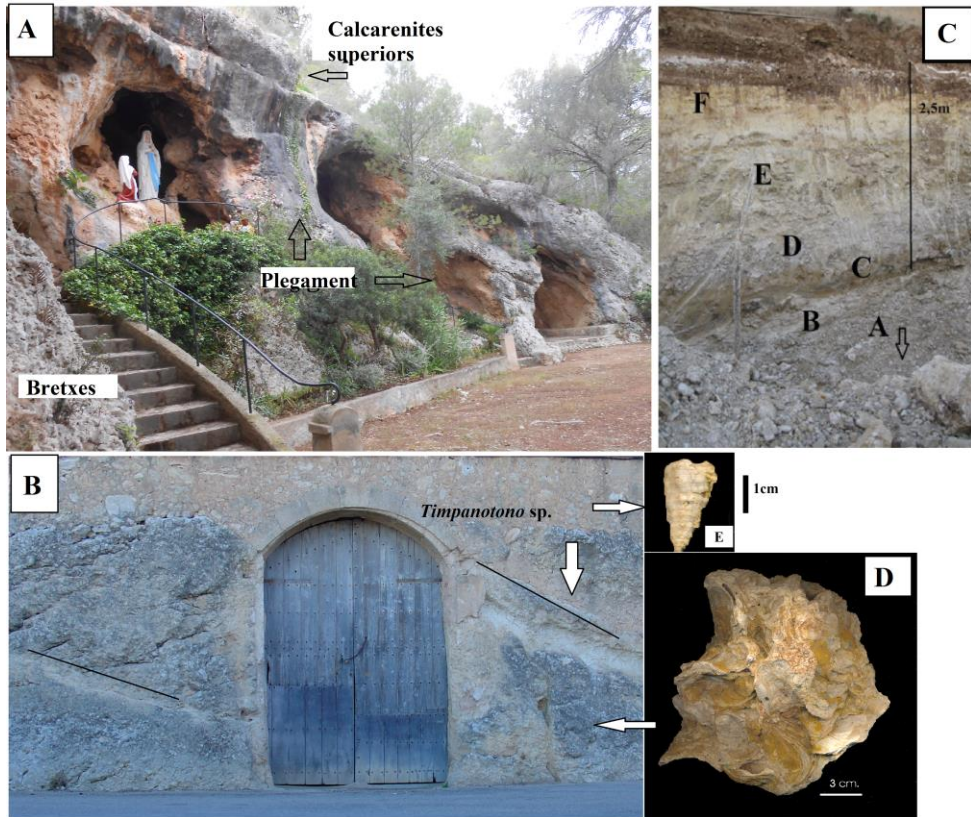


Fig. 10. A). Coves de Lourdes (Antiforme de Sta. Eugènia). Sistema plec-falla afectant al Pliocè de Son Palou-Fig. 9-i capbussant el Pliocè II de Sa Creueta-B amb ostrèids-D i *Tympanotono* sp.-E. C). Gelasia de Can Ferriol amb diverses nivells (lletres) de margues amb ostrèids, registres anòxics i marins mesolitorals.

Fig. 10. A). Lourdes cave (Sta. Eugenia Antiform). System folds affecting the Pliocene of Son Palou-Fig. 9-and the Pliocene II of Sa Creueta-B with obstructions-D and *Tympanotono* sp.-E. C). Gelasian of Can Ferriol with several levels (litters) and anoxic record and mesolitorals.

m) Cova Monja-Son Vent (487700-4386800. 110 m.).

Cova excavada en materials pliocens sobre calcàries finimesianianes amb guixos (Morey i Mas, 2009). El registre pliocè comprèn:

- 6 m. Calcarenites massives grogues i ocre amb pectínids i restes de coralls solitaris
- 4 m. Margues i calcarenites blanc grisos bioturbades amb restes de ostrèids.
- 2-3 m de margues i arenes amb *Ensis* sp., glicimèrids, tellínids i cardítids
- Calcarenita dura *pankstone* de motlles de *Persitistrombus* sp. i *Panopea* sp.
- Margues blanques i acumulacions d'ostrèids barrejades amb al·luvions pleistocens.

n) Terrer Blanc (488870-4387700. 110 m) i **Sencelles-Llubí** (500100-4394500. 120-70 m). Sobre calcàries estromatolítiques messinianes (Morey i Mas, 2009) s'observen:

- 15 m. Margues i limolites beiges bioturbades amb *Amusium* sp.
- 10 m. Calcarenites i calcilitas arenoses blanc grogues amb pectínids.
- 5 m. Calcarenites. *Pakstone* de motlles de *Panopea* sp. i *Persitistrombus* sp.

Discussió

Ordenació estratigràfica i sedimentària

Entre les fàcies finimessinienses i les restes dels primers sistemes dunars pleistocens s'observen dos cicles sedimentaris marins-litorals separats per una important superfície erosiva present en tot el registre. De més antigues a més modernes i per principi de superposició estratigràfica es documenta la següent seqüència sedimentària:

-Sedimentació marina planctònica. Margues amb *Globorotalia margaritae*. Sols observada en grabens i en sondeig (Baró, 1978; Mateu, 1982; Colom, 1985).

-Sedimentació circa-infralitoral. Calcilitites amb *Amusium* sp. (Son Palou, Son Mir, Can Casetes, Son Gual etc. (Morey i Mas, 2009) (Figs. 4., 5, 6 i 9).

-Sedimentació infralitoral. Calcarenites estratificades amb equínids i pectínids de significació càlida (Son Palou, Can Casetes, Xorriego. Bauzá, 1978; Morey i Mas, 2009; Mas, 2015) (Figs. 6 i 9).

-Sedimentació mesolitoral. Calcarenites grogues amb *Persitistrombus coronatus* (Can Casetes, Pontiró, Xorriego, Son Palou (Figs. 5, 6 i 9).

-Superfície erosiva (Figs. 4, 5 i 6). Sobre aquesta s'observen:

-Margues blanques amb cerítids, ostrèids i balànids a Sta. Eugènia (Fig. 10), Pontiró (Fig. 6) i Ca'n Casetes (Fig. 4).

-Calcarenites grises amb *Persitistrombus* sp. presents a Xorriego, Són Mir-Ca'n Xarpa. (Figs. 5 i 6) o bé lumaquel·les de glicimèrids i tellínids i sense fauna de significació càlida a Xorriego (Fig.6), Vallgornera (Fig. 8) i Sa Ràpita.

-Sistemes dunars i paleosòls pleistocens amb gasteròpodes pulmonats.

Paleoambients documentats

De més a menys profunditat es documenten (Fig. 11. Taula 1):

a) Registres hemipelàgics de salinitat normal amb foraminífers planctònics (*Globorotalia* sp. i *Globigerina* sp.) (Mateu, 1982).

b). Ambients circalitorals. Margues i calcilitites amb *Amusium* sp. (Figs. 5C i 9C) *Epitonium* sp., cerítids. Concentracions de *Panopea* sp. (Fig. 5D)

c) Ambients de plataforma infralitoral rocosa amb petits ostrèids (Fig. 4C) o infralitoral d'aigües obertes amb foraminífers bentònics (*Amphistegina* sp.), equinoids (*Clypeaster* sp.

Schizaster sp. Fig. 9D), pectínids, gasteròpodes (*Conus* sp. *Turritela* sp.) (Fig. 10E) i dents de peixos (Bauzá, 1978; Mas, 2000; 2010; 2015).

d) Concentracions d'ostreïds, *Ostrea edulis*. (Figs. 7C i 10D).

e) Registres mesolitorals i platges de significació càlida amb *Persitistrombus* sp. (Fig. 8B) o de clima temperat (*Glycymeris* sp. *Tellina* sp.) (Figs. 8A i 7D).

f) Registres litorals subjectes a importants canvis de salinitat, *lagoon* o *brackish*. Llims i margues amb mol·luscs llacunars (*Hydrobia* sp., *Limnocardium* sp.).

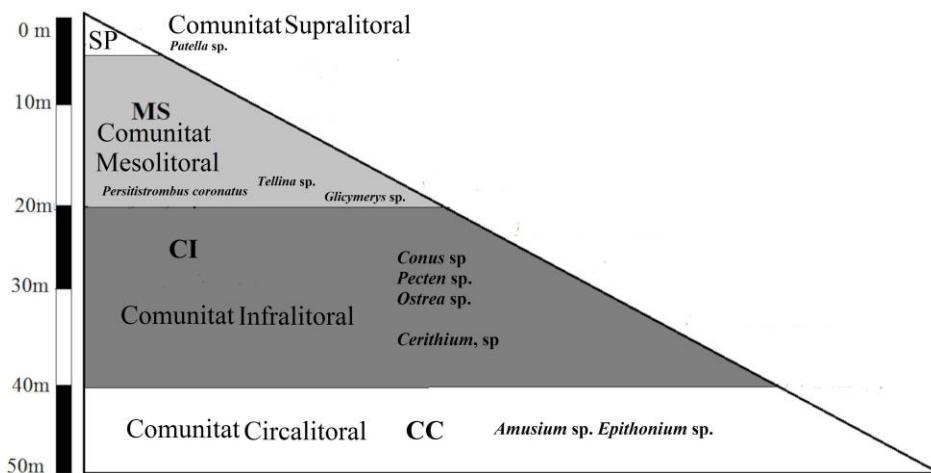


Fig. 11. Mol·luscs litorals i paleoambients per al registre Pliocè i Pleistocè de Mallorca (Cuerda, 1987; Morey, 2008).

Fig. 11. Coastal mollusc communities for the Mallorcan Pliocene and Pleistocene (Cuerda, 1987; Morey, 2008).

Paleoambients	
Planctònic	Foraminífers. <i>Globorotalia margaritae</i> .
Circa-infralitoral	<i>Amusium</i> sp., <i>Epithonium</i> sp., <i>Dentalium</i> sp.
Infralitoral arenós	<i>Conus</i> sp., <i>Pecten benedictus</i> , <i>Pecten jacobaeus</i> , <i>Panopea</i> sp., Cerítids
Infralitoral rocós	Equínids. Petits ostreïds.
Turbidesa-nutrients	Concentracions d'ostreïds i balànids
Mesoinfralitoral	<i>Panopea</i> sp., <i>Persitistrombus coronatus</i> , <i>Tellina</i> sp., <i>Ensis</i> sp., Glycymèrids
Brackish	<i>Cardium</i> sp., <i>Limnocardium</i> sp., Hidrobiidae

Taulla 1 per a Figura 11. Paleoambients documentats en el pliocè marí de Mallorca.

Table 1 (for Fig 11.). Pliocene marine of Mallorca and palaeoenvironments observeds

Interpretació del registre:

D'acord amb les observacions de Kewing (1982), Dowset *et al.* (2013), Khelifi *et al.* (2014), Corbí (2010; 2017) o Le Roux (2012) el registre pliocè marí mediterrani es pot organitzar en 5 episodis paleoclimàtics i paleoceanogràfics (fig. 2) distints i consecutius.

a) Obertura de la comunicació atlàntica. Transgressió marina zanciana (5.33 Ma. Krijgsman *et al.*, 1999).

- b) Estabilització marina zancliana. Clima tropical en latituds mediterrànies.
- c) Refredament climàtic fini zanclià i regressió marina associada. Trànsit Zanclià-Piacenzià.
- d) Estabilització climàtica i repunt càlid (Naish i Wilson, 2009; Le Roux, 2012).
- e) Refredament climàtic finipliocè. Inici de les glaciacions pleistocenes (3.2-2.7 Ma. Milne i Mitrovica, 2008; Gibbart *et al.*, 2010).

A continuació és discuteix com es manifesta o si es manifesta cada un d'aquests episodis en el registre estudiat.

a) El primer registre marí sobre les fàcies *Lagomare* (zona *Acme Sphareidiniopsis*.; entrada de *G. margaritae*. Bolli & Bermúdez) es documenta de manera clara a s'Albufera (Fig 1), Son Palou (Fig. 9), Can Casetes (Fig. 4). (*Fm. Margues amb Amusium* sp. Mateu, 1982; Colom, 1985; Olmo-Zamora *et al.*, 1991; Morey i Mas, 2009; Mas, 2015). Aquest registre se correspon amb l'obertura de l'Estret de Gibraltar i la conseqüent transgressió marina que marca l'inici del Pliocè Mediterrani (Mateu, 1982; Colom, 1985; Olmo-Zamora *et al.*, 1991; Morey i Mas, 2009).

Els dipòsits mesolitorals en es Pas des Verro i datats per radiometria $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ vers els $4.81 \pm 0.5\text{Ma}$ (Mas, 2015) poden ser per tant finimessinians o zanclians (opció contemplada tant per Mas, 2015 com per Cuerda i Sacarés, 1991). No s'han localitzats altres dipòsits de costa baixa interiors i coetanis com es podria deduir d'un registre adossat a plataforma (Morey *et al.*, 2009).

b) El registre infralitoral que trobem a continuació (calcarenites i calcilitites estratificades i fauna de significació càlida amb *Pecten benedictus*. Bauzá, 1978; Bouchet, 2011. Fig. 9B) se pot relacionar amb l'estabilització climàtica zancliana (presència de *G. margaritae* Bolli & Bermúdez i de *G. pucticulata* d'Orbigny. Mateu, 1982; Corbí, 2010; Corbí i Soria, 2016). Aquest registre i a Can Casetes s'ha datat entre els 4.5 i 3.7 Ma (Mas, 2015). Se pot considerar per tant extrapolable al Pliocè I mediterrani (Montenat.1973; 1977; Soria *et al.*,1996; Aguirre *et al.*,2005; El Kadiri *et al.*, 2011).

c) El trànsit del Zanclià al Piacenzià es significa a nivell global/mediterrani amb un refredament climàtic generalitzat (trànsit de *G. margaritae* a *G. hirsuta*) (Naish i Wilson, 2009; Berggren *et al.*, 1985; Aguirre, 1995; Corbí i Soria, 2016) (3.41Ma).

Mateu (1982) i en el sondeig S-31 de s'Albufera relaciona la desaparició de *Globigerinopsis-acme* i de *G. margaritae* (-140/-120 m) amb un dràstic descens de la temperatura però no pot precisar l'edat de l'esdeveniment.

En superfície els primers registres mesolitorals generalitzats sobre les fàcies infralitorals corresponen a calcàries arenoses grogues (calcarenites) amb fauna de significació càlida (*Persitistrombus coronatus*) (Fig. 9). Aquestes passen de manera generalitzada a lumaquel-les blanques i grises amb fauna mesolitoral (Ca'n Casetes, Son Mir, Son Palou, Son Gual) (Figs. 4, 5, 6 i 9). Tot suposa una discontinuïtat sedimentària clara respecte a les margues blanques posteriors.

El color groc a les roques s'associa a la presència de ferro i cert grau de pedogènesis (oxidació de llims i al·luvions en superfície) en contrast amb fàcies blanques amb ostrèids pròpies de sedimentació litoral més anòxica. Aquest contrast s'observa de manera acusada en registres com Pontiró (Fig. 6), Sta. Eugènia (Fig. 10B) totes propers a desembocadures de torrents miocens i pliocens. Aquesta discontinuïtat estratigràfica tot vora la superfície

erosiva (Figs. 4, 5 i 6) en un registre tan distès com l'estudiat (Morey, 2013) s'interpreta com a reflex del canvi climàtic proper al trànsit Zancliense/Piacenzià-Z/P.

Q	Paleofàcies	Localitats
Q	Eolianites i al·luvions Pleistocens	Tots els perfils. Cerítids i cardítids.
Superfície erosiva/discontinuitat		
PII	Platges amb <i>P. coronatus</i> .	Xorrigo, Banc Eivissa, Son Vent, Can Casetes, Sa Cabaneta
PII	Lumaquel·les amb fauna de significació càlida	Xorrigo, Vallgornera, Sta Eugènia-Puget.
PII	Margues amb ostrèids i cerítids	Sta. Eugènia, Creueta-Puget, Pontiró, Cap Enderrocat, Serralt.
Superfície erosiva Z/P-discontinuitat		
PI	Platges amb <i>P. coronatus</i> y <i>Panopea</i> sp.	Banc Eivissa, Son Palou, Son Mir, Son Gual, Monjos, Casetes
PI	Calculitites i calcarenites. Pectínids	Ses Coves, Cova Monja, Pontiró, Casetes. Sencelles, Llubí
PI	Margues amb <i>Amusium</i> sp.	Son Palou, Son Mir, Can Casetes, Moreria, Terrer Blanc, Llubí
Finimessinià/ <i>Lagomare</i>		
		Son Palou, Moreria, Can Casetes, Son Mir, Pontiró, Serralt.

Taula 2. Paleofàcies documentades i ordenades per edat i per cada registre de final de conca (Principi de superposició estratigràfica). PI-Pliocè I (fàcies grogues) . PII. Pliocè II. Q. Pleistocè.

Table 2. *Palaeofacies documented and ordered by age and for each end record of the basin* . PI-Pliocene I (yellow facies). PII. Pliocene II. Q. Pleistocene.

PII. Segon cicle infralitoral Pliocè

d) Sobre la superfície erosiva ZP es documenten fàcies de calculitites i margues blanques amb cerítids i ostrèids (Sta. Eugènia, Pontiró, Ca'n Casetes o Es Serralt (Figs. 5 i 9) i concentracions de *Panopea* sp. en posició de vida (Fig. 5). Aquests ambients segons Rivas *et al.* (1999) i Jiménez *et al.* (1991) són propis de plataforma infralitoral.

Les concentracions d'ostrèids amb ostràcodes i sense altra macrofauna se corresponen a ambients meso-infralitoral amb important aportació continental (llims, al·luvions) amb molta terbolesa, poca concentració d'oxigen en aigua, però amb important concentració de nutrients. En observar-se aquestes fàcies posteriors a la superfície erosiva (Sta. Eugènia) (Fig. 10B) i datar-se properes als 3.5 Ma (Ca'n Casetes. Lumaquel·la II) (Fig. 4C) es consideren ja Piacenzianes i properes al trànsit *G. puncticulata*/*G. crassaformis*.(3,2 Ma.) (Mateu, 1982).

e) Trànsit Pliocè-Pleistocè o fini-pliocè. En els registres de Son Mir II, Can Casetes (Fig. 4D), Pontiró (Fig. 6A), Xorrigo (Fig. 6B) o Sta. Eugènia (Fig. 10B) i sobre les margues blanques amb ostrèids descrites en l'apartat d s'observen noves lumaquel·les de mol·luscs mesolitorals amb *Persitistrombus coronatus*. Aquestes fàcies s'han de considerar Piacenzianes si acceptem que *Persitistrombus coronatus* desapareix a la Mediterrània entre els 3.2-3 MA (Raffi i Monegatti, 1993; Milne i Mitrovica, 2008). En cas contrari podrien ser posteriors.

En el perfil de Xorrigo (Fig. 5) i sobre les fàcies grogues primi-pliocenes s'observa una potent lumaquel·la de lamel·libranquis i conglomerats cimentats sota un nou nivell d'arenes amb *Persitistrombus coronatus*. Aquestes es situen a l'igual que a Son Lluís (Fig. 8B1) just sota els sistemes dunars Pleistocens. En ser aquestes les últimes acumulacions de *Persitistrombus coronatus* sobre lumaquel·les mesolitorals sense fauna tropical podrien correspondre a l'últim òptim càlid pliocè (Naish i Wilson, 2009; Le Roux, 2012).

Mateu (1982) documenta una nova bentonització del registre a prop dels 2.6 Ma (entre -120 i -114 m) avui límit Pliocè-Pleistocè. No es disposen de datacions en superfície per

considerar si aquest límit es correspon amb l'inici d'algun paleosòl o sistema dunar fòssil. Els registres mesolitorals i propers al nivell de la mar de Vallgornera (Fig. 8A), Cap Enderrocat (Fig. 7D), Sa Ràpita o el Nivell I de Banc d'Eivissa sense *Persitistrombus* sp. i fossilitzats per sistemes dunars pleistocens poden ser per tant i fins que no se datin amb més exactitud registres piacencians, gelasians o fins i tot posteriors.

Interpretació paleoambiental

Els registres planctònics de profunditat sols els documenten en els grabens i al principi del Zanclià (Mateu, 1982). En superfície i sobre el registre finimessinià es documenta un primer registre circalitoral (margues amb *Amusium* sp. i *Dentalium* sp.). Sobre aquest o encara sobre el registre finimessinià i en totes les conques s'observa una ciclicitat de registres infralitorals i mesolitorals només interrompuda per esporàdics registres de *lagoon* (datats a s'Albufera de Mallorca entre els 3.2 i 2.6 Ma) (Mateu, 1982).

Les primeres fàcies infralitorals (equinoids i pectínids de significació càlida (Fig. 9) s'observen separades del segon cicle infralitoral (margues amb ostrèids i *Tympanotono* sp. *Panopea* sp.) (Figs. 5 i 10) per un registre mesolitoral (platges amb *Persitistrombus* sp.9 (Fig. 9) i per una superfície erosiva. El registre mesolitoral documentat es divideix llavors entre registre anterior en aquesta superfície erosiva (Son Palou, Son Mir I, Pontiró) (Figs. 5, 6 i 9) i el posterior al segon cicle infralitoral (Figs. 5, 8 i 10).

La presència de *Persitistrombus coronatus* en el Pleistocè inferior de l'illa (i per tant la seva funció d'espècie crono-indicadora pel Pliocè mallorquí), és difícil de provar per mors l'escassetat de registre marí posterior al descrit en aquest estudi i anterior a les platges amb *Persitistrombus latus* corresponents als estadis isotòpics MIS 7 i MIS 5 (Cuerda, 1989; Morey, 2008; Vicens, 2015).

Les lumaquel·les de lamel·libranquis mesolitorals sense fauna de significació càlida de Vallgornera (Fig. 8) se situen sota els primers sistemes dunars pleistocens amb *Rumina* sp. (Pleistocè inferior). A Xorrijo, lumaquel·les semblants, se situen sota l'últim nivell amb *Persitistrombus* sp. (Figs. 6 i 8).

Ordenació estratigràfica proposada.

Per al registre Pliocè marí estudiat es proposen 5 unitats lito i bio-estratigràfiques d'acord amb els models climàtics observats en el Pliocè mediterrani i d'acord també amb el registre documentat. Cada unitat es defineix de forma sintètica i segons la IUGS (Salvador, 1994; Mas, 2015) amb nom, litologia, estratigrafia, fauna significativa i localitat tipus de referència (Taula 3).

Per al primer cicle pliocè (Sistema I-SCI. Fàcies grogues. Zanclià) es proposen tres famílies sedimentàries segons naturalesa i edat del registre.

-Fm. Margues amb *Amusium* sp. de Son Palou-Són Mir. Circalitoral. Zanclià inferior

-Fm. Calcarenites amb pectínids de Ses Coves. Infralitoral. Zanclià inferior i mitjà.

-Fm. Calcarenites grogues amb *Persitistrombus* sp. de Pontiró. Mesolitoral. Zanclià.

En el segon cicle marí (Sistema II-SP2-Piacenzià) es proposen dues famílies sedimentàries més:

-Fm. Margues amb ostrèids de Sta Eugènia. Infralitoral. Transgressió marina i estabilització climàtica.

-*Fm. Calcarenites amb Persitistrombus sp. de Xorrigo-Banc d'Eivissa*. Registre mesolitoral. Fini-pliocè.

L'antiga unitat *Fm. Calcarenites de Sant Jordi* (Pomar *et al.*, 1983) es considera obsoleta i poc informativa en contemplar-se en ella i de manera indistinta registres mesolitorals zanclians, piazenians i fins i tot pleistocens (Cova des Dolç, 1169 ka) (Fornós *et al.*, 2013).

Descripció de les unitats bioestratigràfiques proposades	
SI	<p>Fm. Margues amb Amusium sp. de Son Palou i Son Mir Localitats tipus: Son Palou. Son Mir Coordenades UTM (datumWGS84): Son Palou. 484200-4316950. Cota 220 m Accessibilitat: bona des de Olleries (Sta. Eugènia)-Es Rafal (Fallot, 1922). Litologia: margues i calcilitites bioturbades. Estratigrafia: perfil j-Son Palou-Sta. Eugènia; c1-Son Mir. Conjunt fòssil: <i>Globorotalia margaritae</i>, <i>Amusium sp.</i> <i>Epitonium sp.</i> <i>Dentalium sp.</i> Geocronologia: Zanclità inicial. Ambient sedimentari: sedimentació planctònica nerítica-o circalitoral Correlació: <i>Marga amb Amusium sp.</i> (García Yagüe i Muntaner, 1968); <i>Calcilitites Son Mir</i> (Pomar <i>et al.</i>, 1983). P1-<i>Fm. Margas Hurchillo</i> (Montenat, 1977; Soria <i>et al.</i>, 1996); Miembro I-P1 (El Kadiri <i>et al.</i>, 2011).</p>
SI	<p>Fm. Calcarenites amb pectínids de Ses Coves Localitat tipus: Ses Coves (Sta. Eugènia)-Perfil j Coordenades: 485000-4386600 . Cota 200 m. Accessibilitat: bona. Llogaret de Ses Coves i comellar des Rafal (Fallot, 1922) Litologia: calcilitites i calcarenites estratificades Estratigrafia: continuació Perfil j. Conjunt fòssil: pectínids (<i>Pecten benedictus</i>. <i>Pecten jacobus</i>). Equínids. Bauzá (1978) Geocronologia: Zanclità. 5.33-3.6 ma. (Krijgsman <i>et al.</i>, 1999 Ambient sedimentari: Bentònic infralitoral Correlació: <i>Margas con Amusium sp.</i> (García Yagüe i Muntaner, 1968); <i>Calcilitites Son Mir</i> (Pomar <i>et al.</i>, 1983). P1-<i>Fm. Margas Hurchillo</i> (Montenat , 1977; Soria <i>et al.</i>, 1996); Miembro I-P1 (El Kadiri <i>et al.</i>, 2011).</p>
SI	<p>Fm. Calcarenites grogues amb Persitistrombus de Pontiró Localitat tipus: Torrent de Sa Talaia-Pontiró-Perfil d; Son Palou-perfil j. Coordenades: Pontiró (484500-4383050). Cota 65 m. Accessibilitat: difícil. Torrent de Sa Talaia. Litologia: calcarenites lutítiques grogues Estratigrafia: Perfil d. Conjunt fòssil: <i>Persitistrombus sp.</i> <i>Panopea sp.</i> Dents i otòlits de peixos. Geocronologia: Zanclità. 5.33-3.6 ma. (Krijgsman <i>et al.</i>, 1999 Ambient sedimentari: meso-infralitoral-costa baixa o platja. Correlació: <i>Calcarenites de Sant Jordi</i> (Pomar <i>et al.</i>, 1983); <i>Fm. Areniscas de Rojales</i> (Montenat, 1977; Soria <i>et al.</i>, 1996); Miembros 1-2-PI (El Kadiri <i>et al.</i>, 2011).</p>
SII	<p>Fm. Margues con ostrèids de Sta Eugènia Localitat tipus: Poble de Sta. Eugènia (Hermite, 1879). Sa Creueta. Es Puget. Coordenades: 484200-4316950. Cota 150m Accessibilitat: bona. Poble de Sta. Eugènia-Es Puget. Vessant NE. Litologia: margues blanques Estratigrafia: Perfil k. Conjunt fòssil: concentració de <i>Tympanotono sp.</i> i <i>Ostrea sp.</i> Geocronologia: proper a la transgressió marina piaceniana. Ambient sedimentari: infralitoral. Concentració de nutrients Correlació: <i>Calcarenites de Sant Jordi</i> (Pomar <i>et al.</i>, 1983); Miembros 1-2-PI (El Kadiri <i>et al.</i>, 2011).</p>
	Fm. Calcarenites de Xorrigo i Banc d'Eivissa

SII	<p>Localitat tipus. Xorrigo. Promontori litoral Banc d'Eivissa</p> <p>Coordenades: Xorrigo 486000-4382000 (cota 40m). Banc d'Eivissa 455328-4369217 (cota 12 m)</p> <p>Accessibilitat: Xorrigo. Perfil carretera. Banc d'Eivissa. Penya-segats de difícil accés.</p> <p>Litologia: calcarenites</p> <p>Estratigrafia: Perfil a y Perfil e.</p> <p>Conjunt fòssil: <i>Persitistrombus coronatus</i> (Defrance, 1827).</p> <p>Geocronologia: Fini-piacenzià-Límit P/Q (Pliocè-Quaternari)</p> <p>Correlació: <i>Calcarenitas de Sant Jordi</i> (Pomar <i>et al.</i>, 1983); Miembros 1-2-PI (El Kadiri <i>et al.</i>, 2011).</p>
------------	--

Taula 3. Famílies sedimentàries proposades para el Pliocè de Mallorca ordenades segon cicle estratigràfic i edat (Pliocè I-Zanclià; Pliocè II-Piacenzià).

Table 3. Proposed sedimentary families for the Pliocene of Mallorca according to the second stratigraphic cycle and age (Pliocene I-Zanclian. Pliocene II-Piacenzian).

Recapitulació

En els estudis de catalogació i valoració del patrimoni Paleontològic de l'illa de Mallorca es documenta un important registre Pliocè marí que possibilita l'ordenació del període en base a models cronològic -estratigràfics a nivell global i mediterrani.

El registre pliocè documentat comprèn dos cicles transgressius-regressius marins (PI i PII) separats per una discontinuïtat sedimentària i/o superfície erosiva. El primer cicle-PI o Zanclià comprèn els registres de la transgressió marina zancliàna (*Fm. Margues amb Amusium* sp. de Son Palou-Son Mir), seguit d'un registre infralitoral - *Fm. Calcarenites amb pectínids de Ses Coves*) i d'altre registre mesolitoral proper a la superfície erosiva documentada en tots els registres de final de conca (*Fm. Calcarenites grogues amb Persitistrombus* sp. de Pontiró-refredament climàtic intra-pliocè, trànsit Zanclià /Piacenzià-Z/P).

El registre posterior a la superfície erosiva Z/P compren un nou cicle transgressiu/regressiu marí-PII datat Piacenzià. Aquest comprèn un registre infralitoral (*Fm. Margues amb ostrèids de Sta. Eugènia*) seguit d'un nou registre mesolitoral (*Fm. Calcarenites amb Persitistrombus* sp. de Xorrigo-Banc d'Eivissa). Aquest darrer registre se data proper al refredament climàtic Pliocè/Pleistocè i s'observa fossilitzat pels sistemes dunars pleistocens.

La interpretació paleoambiental justifica l'ordenació estratigràfica proposta amb un registre circalitoral inicial (*Amusium* sp. *Dentalium* sp.) i posterior ciclicitat de registres infralitorals (pectínids, ostrèids, cerítids, *Panopea* sp.), mesolitorals (*Persitistrombus* sp.) i de lagoon (*Ammonia* sp., *Elphidium* sp.).

Agraïments

A Noemí Forteza pel seu suport en el treball de camp i fotografia

Referències

- Aguirre, J. 1995. Implicaciones paleoambientales y paleogeográficas de dos discontinuidades estratigráficas en los depósitos pliocénicos de Cádiz (SW de España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8: 161-174.
- Aguirre, J., Cachão, M., Domènech, R., Lozano Francisco, M^a. C., Martinell, J., Mayoral, E., Santos, A., Vera-Peláez, J. L. i Da Silva, C. M. 2005. Biocronología integrada de los depósitos pliocenos

- de la cuenca de Estepona (Málaga, Sur de España). Implicaciones paleobiogeográficas y paleoceanográficas. *Revista Española de Paleontología*, 20 (2): 225-244.
- Barón, A. 1978. *Estudio estratigráfico y paleontológico del Mioceno medio y superior postorogénico de la isla de Mallorca*. Premio Ciudad de Palma, 180 pp. (Inèdit).
- Bauzá, J. 1978. *Paleontología de Mallorca. 180 millones de años de la flora y la fauna de Mallorca*. In: Mascaró, J. *Historia de Mallorca*, 7: 331-340.
- Berggren, W. A., Kent, D.V., Swisher, C. C. i Aubry, M. P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren, W. A., Kent, D.V. & Hardenbol (eds.). *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: a unified temporal framework for an historical geology*, Tulsa, SEPM Special Public, 54: 129-212.
- Butzer, K. W. 1985. La estratigrafía del nivel marino de Mallorca en una perspectiva mundial. In: *El Pleistoceno. Geomorfología litoral*. Univ. Valencia, 17-33.
- Chang, K. H. 1975. Unconformity-bounded stratigraphic units. *Geological Society American Bulletin*, 86: 1544-1552.
- Colom, G. 1985. Estratigrafía y paleontología del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Boletín Geológico y Minero*, 96 (3): 235-302.
- Colom, G., Sacarés, J. i Cuerda, J. 1968. Las formaciones marinas Pliocenas de la región de Lluçmajor. *Bol. Soc. Hist. Natural Balears*, 14: 46-61.
- Corbí, H. 2010. *Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura*. Tesis. U. Alicante. 380 pp.
- Corbí, H. 2017. El registro sedimentario de la Cuenca del Bajo Segura (SE España) a través del análisis de correspondencia: implicaciones paleoambientales. *Estudios Geológicos*, 73 (2): e071. <https://doi.org/10.3989/egol.42908.459>.
- Corbí, H. A. i Soria J. M. 2016. Late Miocene early Pliocene planktonic foraminifer event stratigraphy of the Bajo Segura basin: A complete record of the western Mediterranean. *Marine and Petroleum Geology*, 77: 1010-1027.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*. "Sa Nostra", Palma, 420 pp.
- Cuerda, J. 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Conselleria de Cultura Educació. Palma, 310 pp.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1991. *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Govern Balear, 130 pp.
- Dowsett, H. J., Robinson, M. M., Stoll, D. K., Foley, K. M., Johnson, A., Williams, M. i Riesselman, C. R. 2013. The Pliocene palaeoclimate reconstruction: time for a paradigm shift. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 371, 2001. DOI: 10.1098/rsta.2012.0524
- El Kadiri, K., Serrano, F., Guerra-Merchán, A., Hlila, R. i Sanz de Galdeano, C. 2011. Pliocene Malalyine succession (NE Rif, Morocco): sequence stratigraphy and regional correlation. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 23 (1-2): 57-67.
- Fallot, P. 1922. *Etude geologique de la Sierra de Majorque (Balears)*. Tesis. U. Paris-Lieja. 480 pp.
- Fornós, J. J., Gràcia, F., Mas, G. i Vicens, D. 2013. Estratigrafia de la cova des Dolç (Colònia de Sant Jordi, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 56: 165-175.
- Fornós, J. J., Marzo, M., Pomar, L., Ramos-Guerrero, E. i Rodríguez-Perea, A. 1991. *Evolución tectono-sedimentaria y análisis estratigráfico del Terciario de la Isla de Mallorca*. Guía de Campo. I Congreso del Grupo Español del Terciario, 145 pp.
- Gelabert, B. 1997. *L'estructura geològica de la meitat occidental de l'illa de Mallorca*. Tesis UB. IGME, 207 pp.
- Gibbard, P. L., Head, M. J. i Walker, M. J. C. 2010. Subcommission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science*, 25: 96-102
- Giménez, J., Gelabert, B. i Sabat, F. 2007. El relieve de las Islas Baleares. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (2): 175-184.

- González-Hernández, F. M., Momer, N. A., Goy, J. L., Zazo, C. i Silva, P. G. 2000. Resultados paleomagnéticos de los depósitos plioleistocenos de la cuenca de Palma (Mallorca, España). *Estudios Geológicos*, 56: 163-173.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. i Vail, P. R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235: 1156-1167.
- Hermite, H. 1879. *Etudes géologiques sur les îles Balears*. Tesis. París. 357 pp.
- Hilgen, F. J., Bissoli, L., Iaccarino, S., Krijgsman, W., Negri, A. i Villa, G. 2000. Integrated stratigraphy and astrochronology of the Messinian GSSP at Oued Akrech (Atlantic Morocco). *Earth Planet. Sciences Letter*, 182: 237-251.
- Khélifi, N., Sarnthein, M., Frank, F., Andersen, N. i Garbe-Schönberg, D. 2014. Late Pliocene variations of the Mediterranean outflow. *Marine Geology*, 357: 182-194.
- Kerwin, L. D. Jr. 1982. Isotopic paleoceanography of the Caribbean and East Pacific: role of Panama uplift in late Neogene time. *Science*, 217: 350-353.
- Krijgsman, W., Hilgen, F. J., Raffi, I., Sierro, F. J. i Wilson, D. S. 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian Salinity Crisis. *Nature*, 400: 652-655.
- Jiménez, A. P., Braga, J. C. i Martín, J. M. 1991. Oyster distribution in the upper Tortonian of the Almanzora corridor (Almería, SE. Spain). *Geobios*, 24: 725-734.
- Lacour, D., Lauriat-Rage, A., Saint Martin J. P., Videt, B., Néraudeau D., Goubert E. i Bongrain, M. 2002. Les associations de bivalves (Mollusca) du Messinien du bassin de Sorbas (SE Espagne), in Néraudeau, D. i Goubert, E. (eds). L'événement messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques. *Geodiversitas*, 24 (3): 641-657.
- Le Roux, J. P. 2012. A review of Tertiary climate changes in southern South America and the Antarctic Peninsula. Part 1: Oceanic conditions. *Sedimentary Geology*, 247-248: 1-20.
- Lisiecki, L. E. i Raymo, M. E. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography*, 20, 1003. Doi: 10.1029/2005PA001153. 17pp.
- Lisiecki, L. E. i Raymo, M. E. 2007. Plio-Pleistocene climate evolution: trends in obliquity and precession responses. *Quaternary Science Reviews*, 26: 56-76.
- Lourens, L., Hilgen, F., Shackleton, N. J., Laskar, J. i Wilson, D. 2004. The Neogene period. In Gradstein, F.M., Ogg, J.G. and Smith. A.G (eds). *A geological time scale*, Cambridge University Press, 409-440.
- Mapas Topográficos Nacionales. 1:25000. 2001. Isla de Mallorca. Inst. Geo. Nal. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Mas, G. 2000. Ictiofauna del Pliocè mitjà-superior de la conca sedimentària de Palma (Illes Balears. Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals. *Bolletí Societat d'Història Natural. Balears*, 43: 39-61.
- Mas, G. 2010. Ictiofauna del Pliocè del Barranc de sa Talaia (Mallorca. Balears). Implicacions paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 25-43.
- Mas, G. 2015. *El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània*. Tesis UIB, 432 pp.
- Mateos, R. M., Durán, J. J. i Robledo, P. A. 2011. Mares Quarries on the Majorcan Coast (Spain) as Geological Heritage Sites. *Geoheritage*, 3: 41-54.
- Mateu, G. 1982. El Neógeno de Mallorca: biocronoestratigrafia y paleoceanografia en base a los foraminíferos plantónicos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 75-133.
- Milne, G. i Mitrovica, J. 2008. Searching for eustasy in deglacial sea-level histories. *Quaternary Science Reviews*, 27 (25-26): 2292-2302.
- Montenat, C. 1973. *Les formations néogènes et quaternaires du Levant espagnol*. Tesis. U. Orsay, 1170 pp.
- Montenat, C. 1977. Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante a Murcie (Cordilleres bétiques orientales, Espagne). Stratigraphie, paléontologie et évolution dynamique. *Documents Laboratoires. Géologiques. Lyon*, 63pp.

- Morey, B. 2008. *El patrimoni Paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i de conservació*. Memòria d' investigació. UIB, 291pp.
- Morey, B. 2011. El Miopliocè i el Pliocè en el litoral de Sa Ràpita (Campos, Mallorca, Mediterrània Occidental). I *Jornades d'Estudis Locals*. Campos, 26-38.
- Morey, B. 2013. La importància d'una catalogació i valoració de LIPs en el postectònic de Mallorca. *VI Jorn. Medi Ambient. Societat d'Història Natural*. Balears, 80-84.
- Morey, B. 2016. Modelos geológicos en la catalogación, caracterización y valoración del patrimonio Paleontológico. El Mioceno postectónico de Mallorca. En Meléndez, G.; Núñez, A. & Tomás, M. *Actas XXXII Jorn. de la SEP. IGME. Cuadernos del Geominero*, 20: 225-233.
- Morey, B. 2017. Geomorfología litoral, morfotectónica y distribución del registro fósil en Mallorca. En Pons, G. X.; Lacruz, J. L. i Gómez-Pujol, Ll. (edit). *IX Jorn. Geomorfología litoral*, 47-51.
- Morey, B. 2018. Cataloguing, characterization, valuation and management of the Palaeontological heritage: a perspective from Majorca (Spain). *Geoheritage*, 10(3): 483-498.
- Morey, B. 2018. El registro Messiniense de la isla de Mallorca (Archipiélago Balear, Mediterráneo occidental). Revisión e interpretación. *Estudios Geológicos* 74(2) DOI: <https://doi.org/10.3989/egeol.43055.475>
- Morey, B. i Forteza, N. 2013. Aportacions al registre estratigràfic i paleoambiental del Pliocè i Quaternari del Banc d'Eivissa. *VI Jorn. Med. Ambient. SHN*. Balears, 77-80.
- Morey, B. i Forteza, N. 2015. Fauna finimessiniense en el Antiforme Son Seguí-Sta Eugènia (Mallorca, Mediterráneo occidental). Significado, origen y evolución. *XXI Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural Burgos*, 29.
- Morey, B. i Forteza, N. 2017. El potencial interpretativo del registro fósil de los moluscos litorales en el neógeno postectónico de Mallorca. En O'Dogherty, L. (ed). *XXXIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, 127-130.
- Morey, B. i Mas, G. 2009. Aproximació al neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 99-123.
- Morey, B., Mas, G. i Ripoll, J. 2009. *El patrimoni Paleontològic de Palma (Mallorca, Balears). Catalogació, caracterització valoració. Propostes de gestió i conservació*. Premi Ciutat de Palma d'Investigació, 330 pp.
- Muntaner, A. 1959. Noticia sobre la existencia de una cantera de época romana en las inmediaciones de Cala-Pi (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5: 60-61.
- Naish, T. R. i Wilson, G. S. 2009. Constraints on the amplitude of Mid-Pliocene (3.6-2.4Ma) eustatic sea-level fluctuations from the New Zealand shallow-marine sediment record. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 367, 169-187. DOI: 10.1098/rsta.2008.0223.
- Olmo-Zamora, P. del, Álvaro-López, M., Ramírez del Pozo, J. i Aguilar-Tomás, M.J. 1991. Memorias del mapa Geológico de España. Proyecto MAGNA. Hojas 698 (Palma), 699 (Porreres) y 671 (Inca). IGME. Madrid.
- Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J. J. i Rodríguez Perea, A. 1983. *El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca)*. Institut Estudis Baleàrics, UIB. 286pp.
- Pomar, L. i Ward, W.C. 1994. Response of a late Miocene Mediterranean platform to high frequency eustasy. *Geology*, 22: 131-134.
- Raffi, S. i Monegatti, P. 1993. Bivalve taxonomic diversity throughout the Italian Pliocene as a tool for climatic-oceanographic and stratigraphic inferences. *Proceedings Ist. R.C.A.N.S. Congress, Lisboa, 1992. Ciències da Terra (UNL)*, 12: 45-50.
- Raymo, M. E., Mitrovica, J. X., O'Leary, M. J., De Conto, R. i Hearty, P. 2011. Searching for eustasy in Pliocene sea-level records. *Nature Geoscience*, 4: 328-332.
- Rivas, P., Braga, J. i Sánchez-Almanzo, P. 1999. Arrecifes del Tortoniense inferior de la Cuenca de Granada, Cordillera Bética, España. *Trabajos de Geología*, 21: 309-321.

- Salvador, A. 1994. *A guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure International Subcommission on Stratigraphic Classification IUGS. Geological Society of America.* (2.ed), 214 pp.
- Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C., Giménez J., Fornós, J.J., Cabero, A., Bardají, T., Mateos, R.M., González Hernández, F.M., Hillaire-Marcel, Cl. and Bassam, G. 2005. *Mallorca island: Geomorphological evolution and neotectonics. Sixth international conference on geomorphology.* Field Trip Guide, 38pp.
- Simó, A. i Ramon, X. 1986. Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias depositadas del Neógeno postorogénico de Mallorca. *Bol. Geol. Minero*, 97: 445-472.
- Soria, J. M., Alfara, P., Ruíz Bustos, A. i Serrano F. 1996. Organización estratigráfica y bioestratigráfica del Plioceno en el borde sur de la cuenca del Bajo Segura (Sector de Rojales. Alicante, Cordillera bética oriental. *Estudios Geológicos*, 52: 137-145.
- Tent-Manclús, J. E. 2003. *Estructura y estratigrafía de la sierras de Crevillent, Albaïlla y Algayal. Su relación con la Falla de Crevillente.* Tesis. U. Alicante, 969 pp.
- Vicens, D. 2015. *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'Illa de Mallorca (Illes Balears. Mediterrània occidental).* Tesis. UIB, 754pp.

