

## USO DE MODELOS EN LA CATALOGACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO PLIOCENO DE MALLORCA

B. Morey

UIB. Dept. Ciencias de la Tierra. Soc. d'Hist. Nat. de les Balears. Palma de Mallorca. bernatmoreycolomar@yahoo.es

### RESUMEN

Los estudios en el patrimonio Paleontológico de Mallorca han supuesto la localización de un importante registro plioceno marino que permite ordenar la estratigrafía del período de acuerdo con modelos cronoestratigráficos a nivel global. La distribución de este registro informa sobre la distensión del Neógeno posttectónico de la isla con tasas de subsidencia y erosión variables (primeros estudios y modelos para la isla) y tectónica compresiva finipliocena. En cambio, se necesitan más estudios para considerar a *Persitistrombus coronatus* como bioindicador climático del periodo

**Palabras clave:** Mallorca, Plioceno, subsidencia, erosión, neotectónica.

### ABSTRACT

The studies in the Pliocene Paleontological heritage of Majorca has supposed the location of an important coastal registry. This located registry allows to order the stratigraphy of the period in agreement with the Pliocene chronostratigraphic global models. The particular distribution of registry inform on distension of the postectonic neogene of the island (variable rates of subsidence, erosion- first studies and models on the island) and new tectonic compression. By contrast, more studies are needed to consider to *Persitistrombus coronatus* climatic reference specie.

**Key words:** Majorca, Pliocene, subsidence, erosion, new-tectonic.

### INTRODUCCIÓN

Al iniciarse los estudios de catalogación, caracterización y valoración del Patrimonio paleontológico de Mallorca (TCCVVPPm. 2003) el Plioceno marino de la isla sólo se había interpretado en sondeo con modelos extrapolables al de Montenat (1973) para el Plioceno de la Península Ibérica (Barón, 1978; Pomar *et al.*, 1983; Colom, 1985). Los TCCVVPPm localizan un importante registro marino en superficie sólo estudiado parcialmente a nivel ictiológico (Fig. 1. Fig. 2. 70 LIPs. Bauzá, 1978; Morey *et al.*, 2009; Mas, 2015) y aún confundido con el registro Mioceno (Fallot, 1922).

Todo apunta a la necesidad de perfilar el modelo estratigráfico original (resuelto con sólo dos familias sedimentarias. *Fm. Calculititas de Son Mir*; *Fm. Calcarenitias de Sant Jordi*. Pomar *et al.*, 1983; Mas, 2015) con otro que contemple:

- La regresión marina intrapliocena. Paso del Zandliense al Plasenciense.

- La inclusión del período Gelasense en el Pleistoceno Inferior (sistemas dunares con *Rumina decollata* y restos de insectos sobre sedimentación marina con *Persitistrombus coronatus*. Morey y Forteza, 2013).

Los TCCVPPm permiten elaborar modelos que expliquen la erosión, distensión, subsidencia o elevación (neotectónica) del registro postectónico de la isla (Serravaliense- actualidad) tanto por la particular distribución del registro plioceno documentado como por encuadrar éste importantes registros Miocenos y Pleistocenos.

## MODELOS PARA EL PLIOCENO MARINO DE MALLORCA

### Estratigrafía

Los modelos climatológicos para el Plioceno a nivel global contemplan un enfriamiento climático intraplioceno (Límite Zancliense- Plasenciense) con regresión marina del orden de 15- 20 m respecto del nivel del mar actual (Berggren *et al.*, 1995; Huq *et al.*, 1987; Lisiecki y Raymo, 2005. Fig. 1). A esta sigue una nueva transgresión marina Plasenciense para finalizar con nuevo episodio regresivo (con repunte- máximo climático) que deja paso al Pleistoceno inferior (límite Pliocuaternario- P/Q. 3.2- 2.5 ma).

Morey (2013) ordena de manera sintética los perfiles estratigráficos referentes para el Plioceno inferior y medio (*Son Mir*. Pomar *et al.*, 1983; *Son Palou*. Margas con *Amusium de Son Palou*) junto con espectaculares perfiles cercanos para el Plioceno marino superior (*Pontiró*. Fig. 2; *Xorrigo etc.*) observando en estos últimos (Fig. 1; Fig. 2):

- Calcarenitas y calcilitas estratificadas con *Pecten benedictus* y equínidos.
- Lumaquela con *Persitistrombus coronatus* y dientes de peces. Superficie erosiva.
- Margas blancas bioturbadas. Ostreidos y pectínidos infra- circolitorales.
- Lumaquela cochifera (telínidos, *Ensis sp.*) sin fauna de significación cálida
- Nueva lumaquela con *Pesitistrombus coronatus*, *Panopea sp.* (Óptimo climático PQ).
- Sistemas dunares con *Rumina decollata* y restos de insectos (Pleistoceno inferior).

Esta ordenación se puede extrapolar a modelos pliocenos globales (Figs. 1 y 2).

### Distribución del registro plioceno y erosión diferencial

Se documenta un plioceno marino sólo conservado en los grabens y plataformas miocenas (Fig. 2) y fosilizado por aluviones y sistemas dunares. Según distribución y altura del registro se distinguen:

- Zonas sin neógeno postectónico. (No deposición. Erosión diferencial).

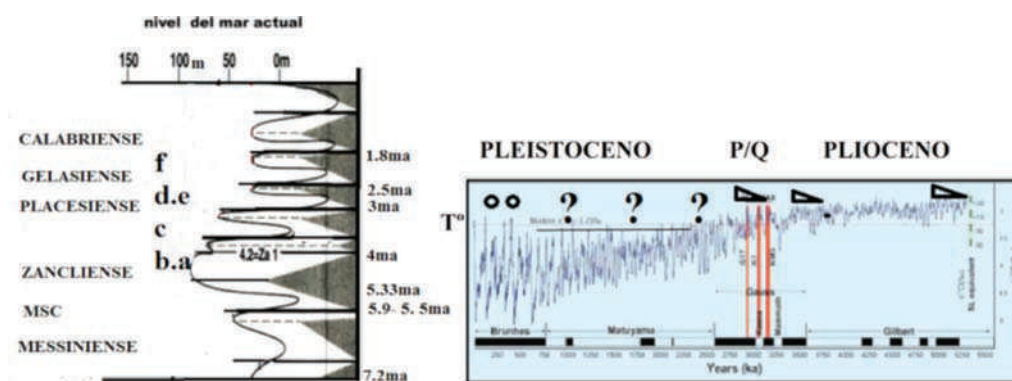


Figura 1. Modelos Pliocenos a nivel global (esquemas sobre Huq *et al.*, 1987; Berggren *et al.*, 1995) y extrapolación del registro de Pontiró- Xorrigo (texto): a. Zancliense. b. Regresión marina intrapliocena. c Transgresión marina Plasenciense. d. Registro restringido P/Q y máximo cálido finiplasenciense (niveles con *Persitistrombus coronatus*). Derecha. Situación de *P. Coronatus* (Plioceno. Triángulo) y de *P. bubonius* (Pleistoceno. Óvalo) en el registro mallorquín.

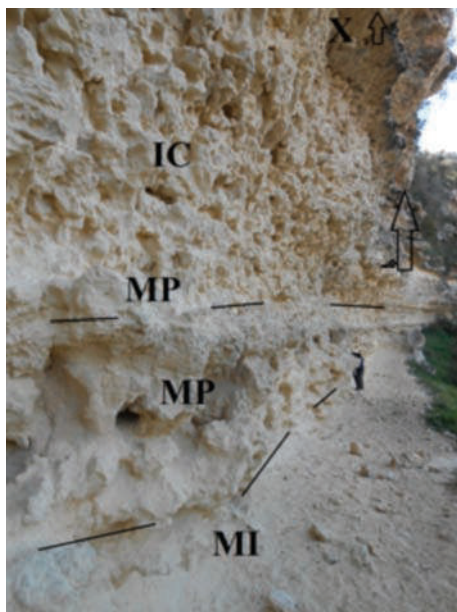


Figura 2. Derecha. Distribución del registro plioceno (sobre mapa de Gelabert, 1998). Registro ordenado en plataformas marinas o siguiendo la falla central de Sta Eugènia- Sencelles. Izquierda. Registro plioceno de Pontiró con: MI-Mesoinfralitoral- Pecten benedictus; MP- Mesolitoral-Playa- P. Coronatus- Superficie erosiva. IC. Infracircolitoral- Turbiditas con balánidos y pectínidos. Flecha- X. Playas y dunas.

- Plioceno sobre la altura observada por Huq *et al.* (1987): Sta Eugènia. 245 m. Cueva de Son Lluís. 149 m (Morey y Mas, 2009; Morey *et al.*, 2009).
- Plataformas con Mioceno y Plioceno entre los 100 y 70 m (sin apenas subsidencia).
- Plataformas miocenas basculadas y subsididas (70 m- nivel del mar) con Plioceno en terrazas o rellenando fracturas (documentando la distensión de la estructura).
- Grabens donde el Plioceno se sitúa hasta más de 100 m por debajo del nivel del mar actual (Mateu, 1982; Colom, 1985). Subsidencia y/o fracturación

La inexistencia de Plioceno marino en buena parte de las plataformas miocenas (cuando la transgresión marina zandliense las cubrió en buena parte. Messiniense muy litoral) se explica por erosión diferencial. El modelo para la plataforma de Llevant y como ejemplo se observa extrapolable al modelo evolutivo del carst con yesos de la cuenca de Sorbas (Braga y Martín, 1996). El finimesiniense de Sorbas se conserva fosilizado por los sedimentos marinos pliocenos. Al retirarse el mar a principios del cuaternario, el plioceno se erosiona con rapidez dejando al descubierto las margas y yesos hoy en superficie.

Las cifras de erosión en el cercano desierto de Tabernas llegan al 1 mm/10 años (Solé Benet y Lázaro, 2009) en margas y arenas semejantes a las pliocenas o serravalienses de Mallorca. La estructura carbonato- arrecifal miocena de Mallorca con cifras de erosión medias (Tonelada /hectárea/año. Cerdá, 2001) habría perdido desde la MSC 5 millones de Tm por hectárea (10.000 m<sup>2</sup>. Pérdida de 500Tm/m<sup>2</sup>).

Un m<sup>3</sup> de calcarenita o marga pesa 2 Tm aprox. (densidad 2- 2.2). 500 Tm/m<sup>2</sup> son 250 m<sup>3</sup> (una columna de 250 m de sedimento). Así, en los grabens de la isla, la potencia de sedimentos acumulada (sin erosión) es de más de 300 m (Mateu, 1982).

Con estas cifras de erosión, los registros plioceno y mioceno marinos superficiales habrían desaparecido en su totalidad. Su disposición actual solo se explica por haberse conservado bajo la sedimentación pliocena y/o aluviones y sistemas dunares cuaternarios.

Mismo planteamiento explica los hallazgos en superficie de *Myotragus sp.* en el Mioceno de Cala Morlanda, la inexistencia de registro de vertebrados terrestres miocenos o pliocenos en las cuevas y simas de la Sierra de Tramuntana de la isla o la no presencia de homínidos en el Plioceno Europeo (Morey, 2015).

Mucho o la mayoría del teórico registro se habría erosionado con el terreno.

### Subsidencia y distensión del registro postectónico de Mallorca

Se calcula a partir de la altura del registro según Huq *et al.* (1987) comparada con la de cada LIP Mioceno, Plioceno y Pleistoceno.

Ejemplo: Cálculo del Mioceno y Plioceno (Edad. MSC. 5.9-5.33 *ma*) a partir de Cas General (100 m) respecto de Son Ferriol y Porto Pi (11 m).

- Nivel del mar para el Mioceno superior según Huq *et al.* (1987) = 100 m. aprox.
- Subsistencia relativa respecto de Porto Pi (*Calizas Pont d'Inca*. 11 m):  $100-11= 89$  m.
- $89 \text{ m} = 89.000 \text{ mm}/6.000.000 \text{ años} = 0.0148 \text{ mm/año}$

Los datos se duplican para Son Ferriol (Graben-aeropuerto. -100 m).

Los cálculos efectuados (modelo) distribuyen el Postectónico de la isla en:

- Zonas sin registro postectónico o con registro postectónico elevado (apartado siguiente).
- Zonas sin apenas subsidencia (centro de la isla. Sineu, Porreres-Llucmajor Sup.).
- Fragmentos de plataforma subsididos hasta 100m desde la MSC (Plataformas de Llucmajor y Llevant. Grabens elevados).
- Grabens y fallas lítricas con cifras de subsidencia de entre 0.03-0.04 mm/ año.

### Neotectónica. Modelos

Mas (2013) asocia la elevación de los terrenos miocenos y pliocenos elevados por la falla de Sta. Eugènia-Sencelles (245 m. Morey y Mas, 2009) al desplazamiento horizontal de la falla (Strike-Slip). Sin embargo, los perfiles basculados y fallados documentados, las cuevas /fracturas rellenas de sedimentos más modernos y los bloques desprendidos son más propias del desplazamiento vertical de la falla (Benedicto, 1994; Silva *et al.*, 2005; Morey y Mas, 2009). Se desconoce la estructura interna del anticlinal asociado y el *Push up* propuesto no se corresponde con la estructura superficial del anticlinal (Mioceno concordante y basculado 40° hacia el ENE. Morey y Mas, 2009. Morey y Forteza, 2015). Una *Push up* como el indicado por Mas (2013) - dirección ESE/ WNW- supondría una estructura no concordante y perpendicular a la dirección apuntada por la basculación del Antiforme (WSW-ENE).

Un modelo alternativo observado en fallas con elevaciones asociadas como la falla de San Andrés en California (distensión en diapiro. [www.dnatube.com/](http://www.dnatube.com/). *./geologybegdistentionfaultdiapir*) explica la elevación y basculación del Antiforme asociado a la falla a la vez que lo relaciona con las estructuras miocenas elevadas y basculadas de la isla. Según este nuevo modelo el proceso de elevación y basculación del registro mioceno y plioceno habría seguido esta temporalización:

- 17-11 *ma*. (A. Fig. 3). Depósito sobre la estructura alpina basal de turbiditas marinas langhienses (Rodríguez Perea, 1984) y de margas con yeso serravalienses. Estas actuarían como un verdadero diapiro bajo la estructura carbonato arrecifal Tortomessiniense.
- 11-10 *ma*. (B. Fig. 3). Transgresión marina tortoniense. Complejo Carbonato-arrecifal. Distensión/fracturación desde el momento de su formación (Pomar *et al.*, 1983).
- 7.2-5.33 *ma*. Crisis Messinienses. Distensión. Formación de la red torrencial.
- Transgresión marina pliocena. (C. Fig. 3). El peso del agua y de los sedimentos provoca la basculación de las estructuras. Las margas y turbiditas de A pueden actuar como diapiros aumentando la fracturación y reproduciendo la estructura basal.
- Retirada del mar con las primeras glaciaciones pleistocenas. Posible repunte de la tectónica compresiva (Aguirre, 2003) WSW/ENE-Anticlinal. D. Fig. 3)



Figura 3. Modelo de distensión en diapiro para el Antiforme de Son Seguí-Sta. Eugènia. Explicación en texto

### ***Persitistrombus coronatus/Persitistrombus bubonius*. Distribución cronológica**

*Persitistrombus coronatus* se cita en el finiplioceno de la Península Ibérica aún cuando el período Gelasense se contempla aún Plioceno (Bardaji *et al.*, 2000).

Los TCCVVPm proporcionan un conjunto de LIPs para discutir su distribución en el registro plioceno de la isla. Para Morey *et al.* (2009) o Mas (2015) las playas con *Persitistrombus coronatus* se repartirían en (Fig. 2. Esquema):

- Teóricas playas primi pliocenas entre los 100 y 70 m (no localizadas. En estudio).
- Finizanclienses. Fosilizando el registro zancliense. Localidad tipo *Pontiró*. Fig. 2. ¿Lumaquela I. Ca'n Casetes?. Datación en revisión (Mas, 2015).
- Playas finiplasecienses (óptimo climático). Localidad tipo. *Xorrigo*. ¿Lumaquela II de Can Casetes? Datación en revisión (Mas, 2015).

Su no presencia en el registro Gelasense y Calabriense de la isla puede ser debido a:

- Poco registro localizado ni datado y/o confundido con el registro Plioceno.
- Desaparición de *P. coronatus* a partir del Gelasense. Los modelos climáticos indican para el Gelasense y Calabriense un clima más frío que en OIS 7 y OIS 5e (Fig. 1). Luego *P. coronatus* sería según esta hipótesis una especie crono-indicadora para el Plioceno mallorquín. Faltan estudios (y puede que registro) para confirmar una hipótesis u otra.

*Persitistrombus bubonius* se cita en el Pleistoceno Medio (MIS 7) y Superior (MIS 5e) de la isla. Su desaparición en el MIS 5a se achaca al enfriamiento climático OIS 5b-5a ya que la especie sigue viviendo en el mediterráneo de la Península Ibérica (Cuerda, 1987).

### **CONCLUSIONES**

Los estudios de catalogación y valoración efectuados en el Plioceno marino de Mallorca localizan un importante registro marino que permite utilizar y perfilar modelos para:

- Ordenar el registro a partir de modelos crono estratigráficos coetáneos a nivel global.
- Determinar la regresión /transgresión marina intra-pliocena y delimitar cada vez mejor el límite P/Q-Gelasense
- Documentar la distensión/subsidencia del neógeno posttectónico de la isla, determinar su fracturación y basculación condicionada junto con elevación (neotectónica) parcial a finales de Plioceno- principios del Cuaternario.
- Plantear a *Persitistrombus coronatus* como posible especie crono indicadora para el Plioceno de la isla a falta de estudios y dataciones también en el registro Pleistoceno.
- Perfilar interpretaciones del registro parciales o efectuadas sin observar las importantes cifras de subsidencia, erosión y basculación detectadas (Fig. 4).

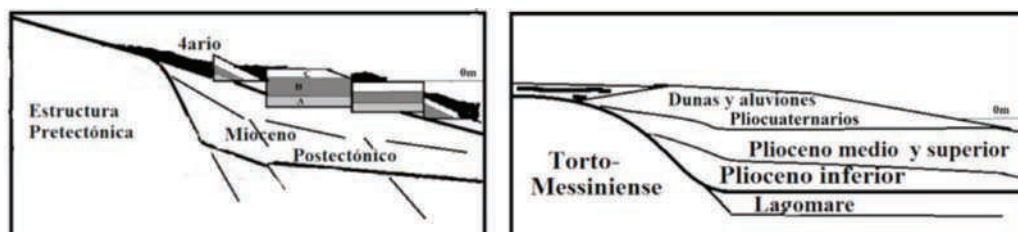


Figura 4. Los modelos de cuenca sedimentaria, como el de Mas (2015) para el finimesiniense y Plioceno de Mallorca (derecha), se observan simplistas frente a la disposición del registro localizado. Éste se observa en parte erosionado, y parcialmente subsidido, levantado y basculado (izquierda) siguiendo condicionamientos regulares y aún reflejando la distensión y disposición del registro neógeno posttectónico de la isla.

## REFERENCIAS

- Aguirre, E. 2003. Messiniense: Compleja y grave crisis ecológica. *Estudios Geológicos*, 59, 205-212.
- Bardají, T. Goy, J.L. y Zazo, C. 2000. El límite Plio-Pleistoceno: un debate todavía abierto. *Revista C & G*, 14(1-2), 77-92.
- Barón, A. 1978. *Estudio estratigráfico y paleontológico del Mioceno medio y superior postorogénico de la isla de Mallorca*. Premio Ciudad de Palma, 180 pp. (Inédito).
- 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.
- Benedicto, A. 1994. Geología de la Cubeta de Inca (Mallorca): cartografía geológica e interpretación de los datos del subsuelo. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37, 15-25.
- Berggren, W.A. Kent, D.V. Swisher, C.C. y Aubry, M.P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: W. A. Berggren, D. V. Kent, J. Hardenbol (eds.), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: a unified temporal framework for an historical geology*. Tulsa, SEPM Special Public., 54, 129-212.
- Braga, J. C. y Martín, J. M. Geometries of reef advance in response to relative sea-level changes in a Messinian (uppermost Miocene) fringing reef (Cariatiz reef, Sorbas Basin, SE Spain). *Sedimentary Geology*, 107(1-2), 61- 81.
- Cerdá, A. 2001. La erosión del suelo y sus tasas en España. *Ecosistemas*, X (3), 16 pp.
- Gelabert, B. 1998. *L'estructura geològica de la meitat occidental de l'illa de Mallorca*. Tesis UB, Publicaciones del IGME, 207 pp.
- Huq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156-1167.
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J. y Wilson, D.S. 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian Salinity Crisis. *Nature*, 400, 652- 655.
- Lisiecki, L. y Raymo, M. E. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic 18O records. *Paleoceanography*, 20, PA1003.
- Mas, G. 2013. Evidències de desplaçament direccional de la falla de Sencelles (Mallorca). *VI Jorn. Medi Ambient. Balears, Soc. Hist. Nat.*, 50-53.
- 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 Doctoral, UIB, 432 pp.
- Mateu, G. 1982. El Neógeno de Mallorca: biocronoestratigrafia y paleoceanografía en base a los foraminíferos plantónicos. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26, 75-133.
- Montenat, C. 1973. *Les formations néogènes et quaternaries du Levant espagnol*. Tesis Doctoral, U. Orsay, 1170 pp.
- Morey, B. 2013. La importància d'una catalogació i valoració de LIPs en el postectònic de Mallorca. *VI Jorn Medi Ambient. Balears. Soc. Hist. Nat.*, 80-84.
- Morey, B. 2015. Aportaciones a la cronología del género *Myotragus* en Mallorca. Evolución y extrapolación al proceso evolutivo de los homínidos en África y Europa. *Actas XXI Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Burgos, 25
- Morey, B. y Forteza, N. 2015. Fauna finimesiniense en el Antiforme Son Seguí- Sta Eugènia (Mallorca. Mediterráneo occidental). Significado, origen y evolución. *Actas XXI Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Burgos, 29.
- Morey, B. y Mas, G. 2009. Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bolletí Societat Història Natural Balears*, 52, 99-123.
- Morey, B., Mas, G. y Ripoll, J. 2009. *El Patrimoni paleontològic de Palma (Mallorca, Balears). Catalogació, caracterització i valoració. Propostes de gestió i conservació*. Premi Ciutat de Palma d' Investigació, 330 pp. (Inédito).
- Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J. J. y Rodríguez Perea, A. 1983. *El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca)*. Publicación del Institut Estudis Baleàrics, UIB, Palma.
- Silva, P.G. et al. 2005. *Mallorca island: Geomorphological evolution and neotectonics*. Sixth international conference on geomorphology. Field Trip Guide, 38 pp
- Solé Benet, A. y Lázaro, J. 2009. Meteorización y erosión en el sub-desierto de Tabernas, Almería. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 35 (1), 141-163.

## MODELOS GEOLÓGICOS EN LA CATALOGACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO. EL MIOCENO POSTECTÓNICO DE MALLORCA

B. Morey

UIB. Dept. Ciencias de la Tierra. Soc. d'Hist. Nat. de les Balears. Palma de Mallorca. bernatmoreycolomar@yahoo.es

### RESUMEN

Los trabajos de catalogación, caracterización y valoración del Patrimonio Paleontológico del Mioceno postectónico de Mallorca aportan importantes perfiles relevantes para la interpretación del período. Se plantean y discuten diversos modelos geológicos (estratigráficos, sedimentológicos, tectónicos) para ordenar la gran cantidad de información reunida. Se define el registro estratigráfico Messiniense de la isla y se explica la disposición ordenada de las distintas plataformas miocenas.

**Palabras clave:** Estratigrafía, morfotectónica, sedimentación mareal, Messiniense, *Lagomare*.

### ABSTRACT

The cataloguing, characterization and valuation of the Paleontological heritage of the postectonic Miocene of Majorca contribute important and unpublished profiles for the interpretation of the period. They are raised and discussed different geologic models (stratigraphic, tectonic etc) from to order the great amount of data reunited. The Messinian register of the island are defined. It explains the ordered disposition of the different Miocene platforms.

**Key words:** Stratigraphy, morphotectonic, tidal sedimentation, Messinian. *Lagomare*.

### INTRODUCCIÓN

Un modelo es una representación simplificada de la realidad para facilitar su comprensión y estudio. Su utilidad pasa por su fiabilidad, sencillez y manejabilidad. Los trabajos de catalogación, caracterización y valoración en el Patrimonio Paleontológico de Mallorca (*TCCVPPm*) aportan muchos datos útiles para contextualizar el Patrimonio estudiado a nivel cultural y geológico. Muchas aportaciones se concentran en el registro Mioceno postectónico de la isla. Se completan o discuten algunos de los modelos geológicos utilizados en su interpretación, se comparan con diversos modelos propuestos a nivel global para el período (Huq *et al.*, 1987; Klingsman *et al.*, 1999; Martínez del Olmo, 2013; Corbí, 2010). También se ordena la información aportada a partir de modelos propios (estratigráficos tectónicos etc.)

## EL MIOCENO POSTECTÓNICO DE MALLORCA. MODELOS

### Modelo estratigráfico

Las propuestas de Pomar *et al.* (1983), Álvaro *et al.* (1984) o Simó y Ramón (1986) para el Neógeno postectónico de Mallorca consideran el período Serravaliense como sintectónico y contemplan el Tortomessiniense con 2 ciclos marinos (T1 y Tortomessiniense). No incorporan aún el registro finimesiniense y *Lagomare* (Morey y Mas, 2009; Mas, 2015) ni distinguen el registro messiniense del tortoniense.

En los TCCVVPPm se ordenan la diversidad de facies y medios sedimentarios catalogados (Morey, 2013) en base a la deposición cíclica de carbonatos (clima más templado), construcciones arrecifales (clima cálido) y registros restringidos y lagunares (enfriamiento climático/regresión marina). Este sistema de ordenación se ha mostrado efectivo en registros parecidos al mallorquín como el Mioplioceno italiano (Rovieri *et al.*, 2001) o el Neógeno de la cuenca del Bajo Segura (Tent Manclús, 2003; Corbí, 2010). Se documenta con ello la diferenciación paleogeográfica propia de un registro litoral sujeto a tectónica extensional y se avanza en la correlación del registro estudiado en sondeo (Mateu, 1982; Colom, 1985) con el estudiado en superficie (Pomar *et al.*, 1983; Pomar, 1991) o con el coetáneo mediterráneo. Las propuestas contempladas comprenden:

*Serravaliense*. Se observa postectónico al documentarse solo en los grabens y principales cuencas neógenas de la isla y nunca implicado en los horts y cabalgamientos alpinos. Se observan otros materiales neógenos con evidencias de plegamiento (Plioceno de Sta. Eugènia) por lo que en la consideración de estos terrenos debe prevalecer su disposición respecto de los relieves estructurados y no su estructura interna.

*Tortoniense*. Los estudios Mateu (1982) en sondeo y de Pomar (1991) en la plataforma de Lluçmajor dibujan un modelo que se adapta a los ciclos de Huq *et al.* (1987) a nivel global con dos ciclos sedimentarios (T1. *Fm. Calcisiltitas con Heterostegina* y TII- M. *Complejo arrecifal*) separados por discontinuidad sedimentaria T (*N. acostaensis sinistrosa*. Hilden *et al.*, 2000; Corbí, 2010; Mateu, 1982. Sondeo Albufera). Esta se refuerza con datación en el Complejo arrecifal (9- 8 ma. Oswald, 1992).

Se recoge esta propuesta para las plataformas carbonato- arrecifales de la isla y se aportan perfiles inéditos que completan o perfilan un modelo más generalista con dos tipos de facies según proximidad al relieve estructurado y emergido.

- Margas y conglomerados continentales o litorales. Aportaciones aluviales (grandes ostreidos. *Crasostrea gigas*) cercanas a los relieves emergidos. Ambiente más turbio.
- Complejo carbonato-arrecifal (Pomar, 1991) en aguas más limpias o luminosas.

El conjunto se completa con *molassas* (calcarenitas) litorales con el macroforaminífero *Borelis melo* (Colom, 1985) cercanas al arrecife o en posición intermedia definiendo un modelo sedimentario parecido al Tortoniense de la cuenca de Granada (Fig.1).

*Regresión marina T/M*. Enfriamiento climático global observado en el entorno Mediterráneo con la entrada de *Glob. miotumida* y *Glob. mediterranea* (Van Couvering *et al.*, 2006; Corbí, 2010) y fauna de mamíferos euroasiáticos que desplaza a otra considerada africana (Agustí *et al.*, 2006). Los TCCVVPPm aportan registros restringidos cercanos a la superficie erosiva post complejo arrecifal (Esteban, 1979) y bajo nuevo ciclo litoral con *Borelis melo* y *Glob. Mediterranea* anterior al registro MSC y posterior transgresión marina pliocena (Mateu, 1982; Colom, 1985). El episodio es correlacionable con el episodio *carbón shift* de la Península Ibérica (T/M. Aguirre, 2003; Corbí, 2010) o a la U. inferior de yesos de Fortuna bajo conjunto arrecifal (Garcés *et al.*, 1998).

Los registros restringidos- lagunares observados son:

- Margas grises y evaporitas (yesos en sondeos) entre dos ciclos litorales (Colom, 1985).
- Margas verdes y estromatolitos tubulares. CCT- U. *Estromatolítica inferior*. *Son Seguí, Porto Pi*, Plataforma de Llevant (Fornós, 1983; Morey y Forteza, 2015).
- *Fm. Margas Bonanova*. Subunidad regresiva con importante influencia del relieve estructurado (aluviones, conglomerados). *Porto Pi*. Pomar *et al.*, 1983; Mas, 2015).
- Limos rojos terrestres sobre molassas con *Conus mercatii* y bajo margas marinas con concentraciones de ostreidos (*Sineu, Porreres, Bellver, Costitx-Son Corro*).

*Transgresión marina messiniense*. Bien documentada en el Mediterráneo occidental (Martínez del Olmo, 2012; Van Asen *et al.*, 2006; *Complejo carbonati co marginal*) pero mal definida en el registro en superficie mallorquín al no



haberse relacionado (registro muy litoral) con la entrada de *Glob. mediterranea* (Mateu, 1982. En sondeo. Albufera). Se aportan perfiles inéditos y relevantes para definir hasta tres familias sedimentarias y paleoambientes según proximidad a los relieves emergidos:

- a) Fm. *Margas de la Bonanova*. Subunidad de margas marinas ocreas con pectínidos y pequeños ostreidos infracircolitorales. *Porto Pi. Son Seguí*. Morey y Forteza, 2015).
- b) *Complejo Terminal- CCT*. Sedimentación mareal post complejo arrecifal. *Porto Pi Cala Santanyí* (Fornós, 1983); *Son Seguí* (Morey y Forteza, 2015).
- c) Calcarenitas mesolitorales-molasas con *Conus mercatii* y *Borelis melo*. Costa baja con importante aportación sedimentaria. Centro/norte de la isla (*Sineu, Muro, Son Seguí*).

La importante sedimentación mareal observada (Unidad b. complejo Terminal-CCT. Fornós, 1983) resulta clave para la interpretación del ciclo. Esta se manifiesta con:

- Niveles oolíticos con estratificación cruzada y *ripples* de oscilación.
- Manglares tropicales de llanura mareal. Canales y estromatolitos tubulares.
- Sedimentación grano decreciente. Fauna abundante y poco diversa. (cardítidos, tellínidos). Arrecifes de verméticos. *Son Seguí, Porto Pi*).

Este importante ciclo litoral- mareal entre dos registros restringidos (T/M post complejo arrecifal y MSC-*Lagomare*) permite diferenciar el Messiniense de la sedimentación post cierre de la comunicación atlántica (6,1 y 5,9 Ma. Pérez Asensio *et al.*, 2012). A partir de la MSC ya no se registran más evidencias de sedimentación mareal en el

| Periodo                    | Golfo de Valencia | Cabo de Gata Almería   | Garrunxal.Crevillent Alicante | Ciclo | Mallorca  |
|----------------------------|-------------------|--|-------------------------------|-------|---|
| Messiniense                | M <sub>2</sub>    | M <sub>2</sub>   | MII                           | MSC   | Diatomitas, yesos, <i>Lagomare</i>                        |
|                            | M <sub>3</sub>    |  | T-MI                          | MI    | Sed. Mareal, CCT, MB.                                     |
| Tortonense                 | M <sub>5</sub>    |  | T-III                         | III   | Complejo arrecifal, Molasas con <i>B.melo</i> , Ostreidos |
|                            |                   |  | T-IV                          | TI    | <i>Crasostrea sp. y MH</i>                                |
| Serravallense              | M <sub>4</sub>    | Discontinuidad sedimentaria (Sequence boundary)  |                               |       | Margas con yeso y Calizas                                 |
| Langhiense y Burdigaliense | M <sub>2</sub>    | Definición marinos principalmente  |                               |       | Carbón, Aluviones   |
|                            | M <sub>1</sub>    | Arrecifes marinos  |                               |       | Turbiditas de Banyalbufar                                 |
|                            | M <sub>0</sub>    | Turbiditas arenosas, (gas de talud) y yesos (LST, Messiniense 2-Plioceno 1)                            |                               |       |   |
|                            |                   | Yesos salinos  |                               |       |   |
|                            |                   | Laminillas tipo <i>paper shale</i>   |                               |       |   |
|                            |                   | Conglomerados  |                               |       |   |
|                            |                   | Carbonatos templados y arrecifes pisícolas, <i>batteray patch</i>                                      |                               |       |   |
|                            |                   | Irregularidades de diversa tipo: reflejos de valles incisos, <i>rock fall</i> arrecifal y paleoarrecif |                               |       |   |

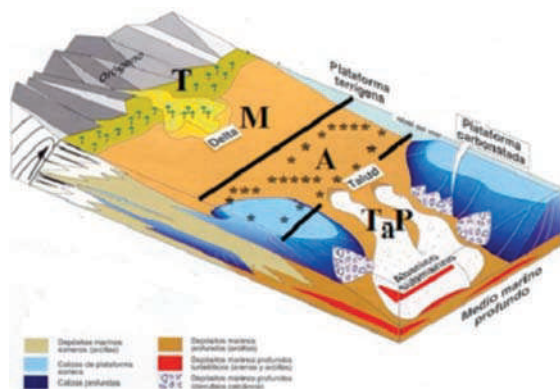


Figura 1. Extrapolación del mioceno posttectónico de Mallorca a modelos y propuestas para el registro coetáneo de la Península Ibérica (de Martínez del Olmo, 2012). MH. Margas con *Heterostegina*. CCT. Complejo Terminal. MB. Margas Bonanova. Izquierda. Modelo de cuenca sedimentaria para el tortomessiniense mallorquín (sobre modelo-cuenca de Granada ([www.granadanatural.com](http://www.granadanatural.com))). T. Sedimentación terrestre-aluvial. M. Mesolitoral. A. Complejo Arrecifal. TaP. Talud y Plataforma abierta

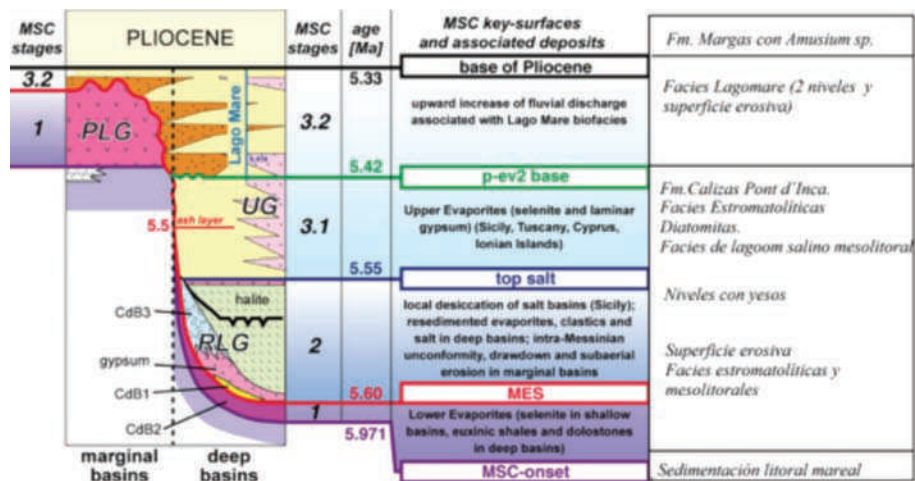


Figura 2. Extrapolación del registro finimesiniense mallorquín al modelo New Consensus (2008) para la MSC.

abundante registro litoral Plioceno isleño ni en el de otros entornos mediterráneos coetáneos (Mateu, 1982; Aguirre, 2003; Colom, 1985; Martínez del Olmo, 2012; Corbí, 2010).

### Hacia un modelo para el finimesiniense mallorquín

El registro finimesiniense de Mallorca puede ser considerado de cuenca marginal según los modelos del *New Consensus*. 2008. Fig. 2) o de Krijgsman *et al.* (1999) al comprender registro de pre-desecación (apartado a), facies de desecación (*U. Calizas Pont d'Inca*. Mas, 2015), facies lagunares autóctonas pre y post *Lagomare* (en estudio), registro *Lagomare* y posterior transgresión marina pliocena (*Rafal-Son Seguí* con importante conjunto de fauna parathetyana. Esu com. personal. Morey y Mas, 2009; Morey y Forteza, 2015).

Las aportaciones de este registro a un posible modelo general para la MSC mediterránea se enfrentan a la dificultad de ignorarse la profundidad del mediterráneo messiniense o la naturaleza y edad de las evaporitas de cuenca profunda respecto de las superficiales (Soria, 2007; Driussi *et al.*, 2015). Muchos estudios confunden las superficies erosivas T/M y MSC-M al estudiarse en registros donde se solapan (erosión del registro messiniense. Martínez del Olmo, 2012; Corbí, 2010; Mas, 2015).

Los *TCCVPPm* en cambio documentan la importante distensión del registro plioceno de la isla no contemplada en los modelos finimesinienses globales y que puede explicar la profundidad a la que se encuentran algunos de los registros *Lagomare* mediterráneos (Taviani *et al.*, 2007; Morey y Forteza, 2015).

### Disposición del Mioceno postectónico de la isla. Subsistencia y distensión

Se catalogan cerca de 130 LIPs Miocenos. Las aportaciones se centran en las plataformas miocenas centrales (Son Seguí, Sencelles, Sineu, Porreres. Fig. 3) cuya disposición permite encuadrar la estructura carbonato- arrecifal litoral. El conjunto documenta los terrenos postectónicos (Serravaliense-actualidad) ordenados con los mismos condicionantes morfotectónicos que la estructura sobre la que se depositan (*ESE-WNE*; *SSW-NNE*; *S-N*; *SSE-NNW*. Fig. 3). Misma ordenación se documenta en diversos relieves mediterráneos de Catalunya (Medialdea *et al.*, 1996), para las Sierras Béticas (Goy i Zazo, 1986; Estrada *et al.*, 1997) o para el Golfo de Valencia (Parés *et al.*, 1992; Vegas, 1992; Acosta *et al.*, 2002).

Estos modelos o evidencias de una distensión condicionada responden según los modelos y estudios citados a la evolución de la estructura basal, a isostasia local y/o a la rotación de bloques tectónicos (Bloque CorsoSardo. Parés *et al.*, 1992; Vegas, 1992; Medialdea *et al.*, 1996).

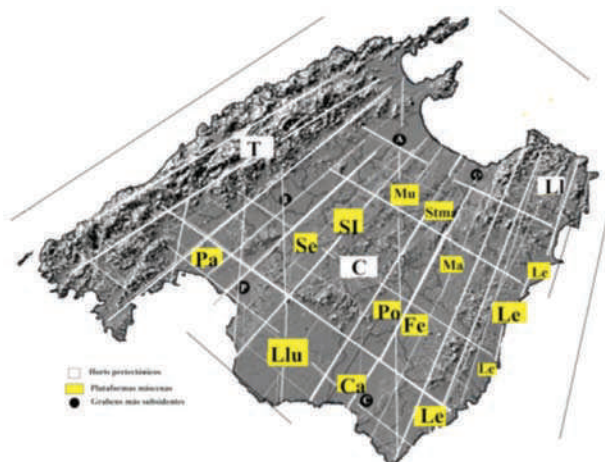


Figura 3. Plataformas miocenas de Mallorca y principales condicionantes morfotectónicos documentados. Sierras: T. Tramuntana; C. Centrales; L. Llevant. Cuencas-grabens (círculo). P. Palma; C. Campos; I, Inca; Al-Cv. Alcúdia-Sa Canova. Plataformas Pa. Palma-Rafaubeix; Llu. Llucmajor; Se. Son Seguí; Po-Fe. Porrires-Felanitx; Si. Sineu; Ma. Manacor; Mu-Stm. Muro-Sta Margarida. Le. Llevant

## CONCLUSIONES

Disponer y elaborar modelos geológicos permite ordenar la gran cantidad de datos recogida en los trabajos de catalogación y valoración del patrimonio paleontológico de Mallorca. Para el Mioceno posttectónico de la isla ello ha supuesto:

- Reforzar y ordenar el modelo estratigráfico con la incorporación de nuevos registros.
- Encuadre y diferenciación del registro litoral mareal messiniense entre dos registros restringidos (T/M y MSC-M)
- Localización e interpretación de un importante y singular registro finimesiniense y *Lagomare* regional y encuadre de este con el registro mediterráneo coetáneo.
- Elaboración de un modelo de distensión condicionada para el conjunto posttectónico de la isla ordenado y condicionado por la estructura pretectónica basal.

## REFERENCIAS

- Acosta, J., Canals, M., López Martínez, J., Muñoz, A., Herranz, P., Urgeles, R., Palomo, C. y Casamor, J.L. 2002. The Balearic promontory geomorphology (Western Mediterranean): Morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49, 177- 204.
- Aguirre, E. 2003. Messiniense: Compleja y grave crisis ecológica. *Estudios Geológicos*, 59, 205- 212.
- Agustí, J. Garcés, M. y Krijgsman, W. 2006. Evidence for African- Iberian exchanges during the Messinian in the Spanish mammalian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 5- 14.
- Álvaro, M., Barnolas, A., Olmo, P. del, Ramírez del Pozo, J. y Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca. Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Boletín Geológico y Minero*, 95, 3-25.
- Colom, G. 1985. Estratigrafía y paleontología del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Boletín Geológico y Minero*, 96 (3), 235- 302.
- Corbí, H. A. 2010. *Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura*, Tesis Doctoral, U. Alicante, 380 pp.
- Driussi, O., Maillard, A., Ochoa, D., Lofi, J., Chanier, F., Gaullier, V., Briaies, A., Sage, F., Sierro, F. y García, M. 2015. Messinian Salinity Crisis deposits widespread over the Balearic Promontory insight from new High Resolution seismic data. *Marine and Petroleum Geology*, 66 (1), 41-57.

- Estrada, F., Ercilla, G. y Alonso, B. 1997. Pliocene-Quaternary tectonic-sedimentary evolution of the NE Alboran Sea (SW Mediterranean Sea). *Tectonophysics*, 282, 423-442.
- Garcés, M., Krijgsman, W. y Agustí. 1998. Chronology of the late Turolian deposits of the Fortuna basin (SE. Spain): implications for the Messinian evolution of the eastern Betics. *Earth Planetary, Sciences Letter*, 163, 69- 81.
- Goy, J. y L. Zazo, C. 1986. Synthesis of the Quaternary in the Almería littoral neotectonic activity and its morphologic features, western betics, Spain. *Tectonophysics*, 130, 259- 270.
- Hilgen, F.J. *et al.* 2005. The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Tortonian Stage (Upper Miocene) at Monte dei Corvi. *Episodes*, 28 (1), 6-17.
- Huq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156-1167.
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J. y Wilson, D. S. 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian Salinity Crisis. *Nature*, 400, 652-655.
- Martínez del Olmo, W. 2012. El Messiniense en el Golfo de Valencia y el Mar de Alborán: implicaciones paleogeográficas y paleoceanográficas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 24 (3-4), 237-257.
- 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 Doctoral, UIB, 432 pp.
- Mateu, G. 1982. El Neógeno-Pleistoceno de Mallorca: bioestratigrafía y paleoceanografía en base a los foraminíferos planctónicos. *Bolletí Societat Història Natural*, Balears, 26, 75-133.
- Medialdea, T., Vázquez, J.T. y Vegas, R. 1996. Estructura y evolución geodinámica del extremo noreste del margen continental catalán durante el Neógeno. *Acta Geológica Hispánica*, 29 (4), 39- 53.
- Morey, B. 2013. La importància d'una catalogació i valoració de LIPs en el postectònic de Mallorca. Comunicació presentada en las VI Jornadas de Medi Ambient. *Balears. Soc. Hist. Nat.*, 80-84.
- Morey, B. y Forteza, N. 2015. Fauna finimessiniense en el Antiforme Son Seguí-Sta Eugènia (Mallorca. Mediterráneo occidental). Significado, origen y evolución. *Actas XXI Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Burgos, 29.
- Morey, B. y Mas, G. 2009. Aproximació al neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bolletí Societat Història Natural*, Balears, 52, 99-123
- New consensus on Messinian Salinity Crisis-CIESM Workshop. 2008. CIESM News. <http://www.ciesm.org/news/ciesm/p200208.htm>*
- Oswald, E. J. 1992. *Dolomitization of a Miocene reef complex, Mallorca, Spain*. Ph. D. Thesis, State University of New York at Stony Brook, 424 pp.
- Parés, J.M., Roca, E. y Freeman, R. 1992. Datos paleomagnéticos de los márgenes del surco de Valencia. Papel de las rotaciones en la estructuración neógena. *Física de la Tierra*, 4, 231- 246.
- Pérez Asensio, J.N., Aguirre, J., Schmiedl, G. y Civis, J. 2012. Impact of restriction of the Atlantic-Mediterranean gateway on the Mediterranean Outflow Water and eastern Atlantic circulation during the Messinian. *Paleoceanography*, 27, PA 3222.
- Pomar, L. 1991. Reef geometries, erosion surfaces and high- frequency sea level changes, Opel Miocene Reef Complex, Mallorca, Spain. *Sedimentology*, 38, 243-270.
- Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J.J. y Rodríguez Perea, A. 1983. El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca). *Institut Estudis Baleàrics*, Palma.
- Rodríguez-Perea, A. 1984. *El Mioceno de la Serra de Tramuntana. Estratigrafía, Sedimentología e implicaciones estructurales*. Tesis Doctoral, UB, 533 pp.
- Rovieri, M., Basetti, M.A. y Ricci Lucchi, F. 2001. The mediterranean Messinian Salinity Crisis and Apennine foredeep perspective. *Sedimentary Geology*, 140, 201-214.
- Simó, A. y Ramon, X. 1986. Anàlisis sedimentològic y descripción de las secuencias depositadas del Neógeno postorogénico de Mallorca. *Boletín Geológico y Minero*, 97, 445- 472.
- Soria, J.M. 2007. La Crisis de Salinidad Messiniense. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (1) 47- 55.
- Taviani, M., Remia, A., Esu, D. y Sami, M. 2007. Messinian *Lago-Mare* mollusc fauna from the Gorgona Island slope, Tyrrhenian Sea. *Geobios*, 40 (3), 351-358.

- Tent-Manclús, J.E. 2003. *Estructura y estratigrafía de la sierras de Crevillent, Albaiilla y Algayal. Su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Doctoral, U. Alicante, 969 pp.
- Van Assen *et al.* 2006. Messinian astrochronology of the Melilla Basin: Stepwise restriction of the Mediterranean-Atlantic connection through Morocco. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238 (4), 15-31.
- Van Couvering, J.A., Castradori, D., Cita, M.B., Hilgen, F.J. y Rio, D. 2006. The base of the Zanclean Stage and of the Pliocene Series. *Sedimentary Geology*, 118, 319-340
- Vegas, R. 1992. The Valencia trough and the origin of the western Mediterranean basins. *Tectonophysics*, 203 (1-4), 249- 261.



## CATALOGACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE MALLORCA (ISLAS BALEARES. MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL). PROPUESTA METODOLÓGICA

B. Morey

UIB. Dept. Ciencias de la Tierra. Soc. d'Hist. Nat. de les Balears. Palma de Mallorca. bernaatmoreycolomar@yahoo.es

### RESUMEN

Se presenta una propuesta metodológica para valorar el patrimonio paleontológico de Mallorca. La propuesta basada en una catalogación y caracterización sistemática pretende una valoración patrimonial clara y objetiva. La metodología de valoración propuesta se defiende científica (reproducible, comprobable) y extrapolable a otros estudios patrimoniales. Se persigue mejorar la gestión y conservación patrimonial aportando los datos necesarios para defender y justificar cualquier actuación planteada al respecto

**Palabras clave:** Patrimonio paleontológico, catalogación, caracterización, valoración, gestión.

### ABSTRACT

A methodologic proposal appears to value the paleontological heritage of Majorca. The proposal based on a cataloguing and systematic characterization tries a clear and objective valuation. The methodology defends scientist (verifiable, demonstrable) and extrapolated to other heritage. It is intended to improve the management and heritage conservation contributing the data necessary to defend and to justify any raised performance on the matter

**Key words:** Paleontological heritage, cataloguing, characterization, valuation, management.

### INTRODUCCIÓN

La UNESCO compromete a sus Estados socios a identificar, proteger, conservar y transmitir a las generaciones futuras su patrimonio más relevante. Ello implica su identificación y descripción así como la selección del patrimonio más relevante para su gestión, protección y conservación (gestión integral. Meléndez *et al.*, 2001; Carcavilla *et al.*, 2007; Morey, 2008).

Mallorca es la mayor parte emergida del promontorio Balear. La isla es una combinación de horsts y grabens estructurados por la orogenia alpina (Gelabert, 1997) con importante diversidad estratigráfica y paleontológica (1100 LIPS de interés paleontológico; 2000 taxones fósiles citados. Morey, 2008; Morey, Tesis).

El patrimonio Paleontológico mallorquín aunque relevante, es un patrimonio poco conocido y expuesto a continuas agresiones que llevan a su progresiva desaparición. La problemática observada por Morey, (2008) y Morey *et al.*, (2009) para conservación y gestión se resume en:

- Indefinición terminológica y legal e importante presión antrópica que incrementa el incumplimiento de la legislación vigente.
- Desconocimiento y falta de criterio en la catalogación y selección patrimonial. Gestión subordinada al Patrimonio Histórico.
- Falta de inversión económica. Inexistencia de centros de investigación o museísticos de titularidad pública y de gestores y vigilantes expertos con capacidad de denuncia y sanción.
- Inexistencia de protocolos de intervención o actuación de urgencia o de gestión.

Con el fin de facilitar la protección y conservación patrimonial y a la vez incrementar el registro paleontológico disponible para gestión e investigación la propuesta metodológica trabajada pretende:

- Una definición clara del patrimonio estudiado.
- Su catalogación sistemática con criterios predeterminados.
- Una caracterización informativa, concisa y adaptada al patrimonio objeto de estudio.
- Una valoración patrimonial con criterios predeterminados y basados en la catalogación y caracterización efectuadas que justifique las estrategias de gestión y conservación propuestas.

El proceso trabajado se observa científico (comprobable) y extrapolable a otros estudios patrimoniales.

### VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE MALLORCA

Valorar un Bien patrimonial implica cuestionar su significatividad y aportar los datos necesarios para justificarla de la manera más objetiva posible. Por ello se defiende un método de valoración lo más claro, sistemático y objetivo posible que permita seleccionar el patrimonio Paleontológico o cualquier otro tipo de patrimonio significativo, útil o vulnerable para su estudio y gestión individualizada.

¿Qué valorar? Se define el Patrimonio Paleontológico como el registro fósil útil y relevante desde el punto de vista científico-social (Morey, 2008). Éste es considerado un patrimonio singular y de gestión individualizada sin obviar sus dimensiones culturales o geológico- naturales. Se entiende un bien patrimonial relevante al único o singular, al mejor o que proporciona mejor información, al patrón o modelo al significativo y representativo o al útil y bien situado a nivel local, regional o internacional. (GEOSITES. Wimbledon *et al.*, 2000).

#### De la catalogación patrimonial

Sin una catalogación sistemática solo se pueden concebir estrategias de protección globales que en Mallorca (isla con importante presión antrópica) no han impedido la destrucción de mucho patrimonio (Morey, 2008). La metodología de catalogación propuesta y utilizada comprende:

- a) Unos criterios de catalogación predeterminados y justificados.
- b) Una exploración inicial y sistemática del territorio.
- c) La consulta de toda bibliografía especializada posible y del patrimonio mueble conservado.
- e) Estudio individualizado de los LIPs y estratotipos más significativos e inéditos.
- g) Estudio toponímico y fotográfico. Foto interpretación aérea y por satélite.
- i) Feedback y revisión continua. Catálogo siempre abierto a nuevas incorporaciones.

La problemática observada al trabajar la catalogación patrimonial se resume en:

- a) LIPs agotados al ser investigados y citados sin referencia (*Palma Nova II*. Cuerda, 1975)
- b) Citas sin coordenadas y con topónimos ya no utilizados (*Puig Bultó*. Fallot, 1922).
- c) Topónimos demasiado generalistas que dificultan identificación (*Carnatge- Camp de Tir*).
- d) Existencia de dos o más topónimos para un mismo LIP o de un mismo topónimo para varios LIPs distintos (*La Pineda- Cala Estancia*. Cuerda, 1987; Morey, 2008).
- e) Inexistencia (e imposibilidad) de mapas de la isla con todos los topónimos posibles.
- f) Incorrecta catalogación del patrimonio mueble. No indicación de lugar de procedencia de muchas piezas, mala conservación de etiquetas y de cuadernos de campo o de gabinete (Morey y Frontera, 2014).



Todo justifica la necesidad de establecer unos criterios de catalogación coherentes.

Los aplicados en los estudios de referencia (Morey, 2008; Morey Tesis) se resumen en:

- a) Al menos uno de los topónimos utilizados del LIP corresponde al *Map. Top. Nal. 1: 25.000*.
- b) Los LIPS catalogados se citan con coordenadas UTM.
- c) Se respecta el topónimo asignado por el primer investigador del LIP. (*Manresa*)
- d) LIPs cercanos con mismo topónimo se separan con letras/números. (*Porto Colom. I. II. III*).
- e) Mismo LIP con distintos nombres se agrupan en un solo topónimo. (*La Pineda*)
- f) Los LIPs inéditos se citan con el topónimo más cercano del *Map. Top. Nacional 1:25.000*.
- g) Se considera un nuevo LIP al observarse distinta disposición estratigráfica a partir de distancia determinada (300 m para el Pleistoceno Sup. 1 km para el Mioceno) o separado de coetáneos por elemento geomorfológico destacado (Cala, Cabo, etc.). No observar este criterio supone catalogar miles de LIPs en las plataformas miocenas de la isla o bien considerarlas todas (100 km) como un solo LIP.
- h) Los LIPs interiores se seleccionan por accesibilidad y paleofauna significativa (criterio faunístico) y/o a partir de los perfiles estratigráficos representativos.
- i) Si un LIP coincide con cita cercana sin que se pueda asegurar si es inédito o no, este se atribuye al primer estudioso- primera cita (*Pta. Manresa. Cuerda, 1987; Morey, 2008*).
- j) Un LIP inédito se identifica a partir de los LIP considerados referentes- frameworks- o por contexto estratigráfico y faunístico significativo (*Sa Foradada. Liásico. Referencia Muleta*).
- k) Cuando no se ha encontrado un LIP citado después de tres o más exploraciones exhaustivas éste se considera desaparecido o no localizado.

### Caracterización patrimonial

Se analizan las características y particularidades de cada LIP, observando lo estudiado en otros estudios patrimoniales y considerando lo contemplado por los paleontólogos y geólogos de referencia en el estudio de la Geología de la isla (cualidades intrínsecas del LIP).

Morey (2008) en el Pleistoceno Morey y Ripoll (2009) en municipio muy turístico (Calvià) y Morey *et al.* (2009) en entorno urbano (ciudad de Palma) incorporan el estudio y valoración de las cualidades físicas del LIP (Extensión, Potencia, Densidad fosilífera. Estado del material) y el estudio y aportación de su entorno (histórico, geológico-natural etc.), accesibilidad, vulnerabilidad y potencial didáctico y turístico. Lo observado para cada LIP se resume en:



Figura 1. Izquierda, altura medida en el LI de Camp de Tir-Carnatge. Derecha, detalle de la bóveda de la cueva de son Lluís (*Strombus coronatus*. Densidad superficial. 400-500e/m<sup>2</sup> (Morey, 2008).

- Topónimo sobre mapa, topónimos usados en otros estudios y coordenadas
- Perfil estratigráfico. Paleofácies significativas y singulares
- Fauna o Flora (cantidad. Riqueza). Taxones significativos y singulares.
- Extensión, Potencia y Densidad fosilífera superficial (Morey, 2008; Morey y Ripoll, 2009).
- Estado de conservación del material (De manera sistemática en Morey, 2008)
- Estado actual del LIP y de su entorno. Impactos y vulnerabilidad. (Morey, 2008)
- Estatus legal del yacimiento y/o de su entorno (Morey y Ripoll, 2009).
- Estudios e investigaciones realizadas (De manera sistemática. Morey, 2008).
- Accesibilidad. Adaptación a visita. Condiciones de observación (Morey *et al.*, 2009).
- Utilidad social (didáctica, turística) (Morey, 2008; Morey y Cabanelles, 2008; Morey 2009).
- Entorno relevante. Cultural, Natural-Geológico, Histórico. (Sistemática. Morey, 2008).

### De la valoración

Cualquier valoración patrimonial muestra siempre cierta subjetividad (Carcavilla *et al.*, 2007; Bruschi, 2007). En los estudios efectuados esta se intenta reducir:

- Partiendo de una catalogación y caracterización la más exhaustivas y sistemáticas posibles.
- Seleccionando y justificando unos factores de valoración adaptados al Patrimonio estudiado.
- Estableciendo un soporte de valoración numérico que facilite la interpretación del proceso.
- No todos los Bienes catalogados tienen el mismo valor. Un LIP representativo o referente ha de estar bien valorado. Un LIP significativo a nivel regional puede no serlo a otro nivel.
- Un elemento catalogado inicialmente ha de poder ser excluido del catálogo definitivo.
- Cada ítem o factor se valora de manera cuantitativa y por separado, con criterios cualitativos (presencia/ ausencia) o comparativos respecto de los principales LIPs referentes.
- La puntuación y el proceso de valoración seguido han de poder ser reproducido.

Los factores seleccionados se dividen en dos grandes grupos:

| Ítem o factor                     | Valor o puntuación  |
|-----------------------------------|---|
| Riqueza Estratigráfica (Re)       | Un punto (1Pt) por cada paleofácie con registro fósil presente o citado.  |
| Sing. Estratigráfica (Se)         | Un punto (pt) por paleofácie con especies significativas o singulares. Holotipo (1-2Pt).  |
| Riqueza taxonómica (Rt)           | LIPs con el 50% del nº de especies citadas en la isla para el periodo (2Pt); Entre 50-25% (1Pt). Más de 5 grupos taxonómicos citados (2Pt). Más de 3 grupos (1Pt).                                  |
| Sing. taxonómica (St)             | Presencia asociaciones singulares (1Pt); Especies significativas- datación (1Pt); Especies únicas o singulares (1Pt); Estudios para un taxón determinado (1Pt).                                     |
| Extensión (X)                     | Extensión superior al Km2,(3Pt), Hm2(2Pt), Dm2 (1Pt). Todos LIPs medidos (1Pt).   |
| Potencia (P)                      | LIPs con potencia máxima (3Pt); 50% (2Pt); 33% (1Pt); Todos medidos (1Pt).  |
| Densidad (D)                      | Densidades de 40, 20, 10 e/m2 o 20m de recerca. (1Pt.Sumatiu). Todos medidos (1Pt).   |
| Estado del Material (Cm)          | Conservación media (1 Pt); Buena (2Pt); Excepcional (3Pt).  |
| Interés Científico- Histórico (H) | Estudios anteriores a 1975 y buen potencial (1Pt); inéditos (1Pt); datados con métodos absolutos (1Pt) o con más de un estudio (1Pt). a nivel regional (1Pt), nacional (2Pt) o internacional (3Pt). |
| Accesibilidad (A).                | LIP a - de 300 m de carretera (1Pt); Núcleo urbano (1Pt); Buena localización- fácil acceso (1Pt).   |
| Cond. de Observación (O).         | LIP a menos de un Km de carretera (1Pt); No peligroso y accesible (1Pt); Espectacularidad-facilidad de interpretación. (1Pt); Buena condiciones de observación (1Pt).                               |
| Estado del LIP (Cj)               | Media baja (1Pt). Media (2Pt); Buena (3Pt), Excepcional (4Pt).  |
| Vulnerabilidad (V)                | LIPs con materiales blandos o disgregados (1Pt); Con evidencias fuerte erosión (1Pt). Con impactos leves (1Pt) o graves (2Pt). Posible impacto inminente (1Pt).                                     |
| Utilidad Didáctica (De)           | LIP modelo en publicaciones científico- divulgativas (1Pt); Junto con otros bienes patrimoniales relevantes (1Pt); Proximidad o probabilidad centro interpretación (1Pt).                           |
| Entorno Patrimonial (E)           | Entorno del LIP relevante (1Pt)/ Muy relevante (2Pt). Natural (1-2Pt), Histórico (1-2Pt), Paisajístico (1Pt) etc.   |
| Interés Turístico (T).            | Posibilidad centro interpretación (1Pt); Usado en propaganda turística (indirectamente. 1Pt); Relación con otro patrimonio cultural (1Pt); Espectacularidad (1Pt).                                  |

Tabla 1. Factores de valoración para el patrimonio paleontológico de Mallorca (Morey *et al.*, 2009; Morey, Tesis).

*Factores intrínsecos:* en respuesta a los planteamientos de Wimbledon *et al.* (2000). (*¿Qué significa el LIP? Qué cualidades contiene? Qué lo hace único o singular? ¿Cual es su estado de conservación?*). A lo observado en los LIPs por los geólogos y paleontólogos referentes y al trabajado para cada LIP *in situ* (Morey, 2008; Morey y Ripoll, 2009).

Los ítems seleccionados (Puntuación en Tabla 1) son: *Riqueza estratigráfica* (Re N° de paleofacies fosilíferas); *Significación estratigráfica* (Se. Paleofacies singulares); *Riqueza taxonómica* (Rf. Cantidad de fauna y flora). *Singularidad taxonómica* (St. Taxones significativos o singulares); *Extensión* (X). *Potencia* (P) y *Densidad fosilífera* (Dm. N° de ejemplares/m<sup>2</sup> o por tiempo de búsqueda). *Conservación del material fósil* (Cm).

*Factores de gestión.* Valoran la utilidad social del LIP. Responden al planteado por Wimbledon *et al.*, (2000) (*¿Cuál es el estado de conservación del LIG? ¿Qué utilidad tiene? ¿Ha sido estudiado? ¿Es conocido? ¿Que representa?*) y a las propuestas de uso de éste y de su entorno (científico, turístico, etc. Roig, 2008; Morey, 2008; Carcavilla *et al.*, 2009).

Los factores seleccionados son (Tabla 1): *Interés Científico-Histórico* (H. Estudios realizados e importancia). *Accesibilidad* (A) y *Condiciones de observación* (O), *Estado de conservación* (Cj). *Vulnerabilidad* (V. fragilidad del LIP y agresividad del entorno). *Entorno natural y cultural relevante* (E); *Interés Didáctico-Pedagógico* (Dc) y *Turístico* (T).

## CONCLUSIONES

Se presenta la propuesta metodológica utilizada para valorar el patrimonio Paleontológico de Mallorca. Esta se ha efectuado con criterios justificados y predeterminados en base a una catalogación y caracterización sistemáticas y buscando la máxima fiabilidad y objetividad. Se pretende así facilitar una gestión patrimonial lo más efectiva posible.

La metodología de valoración utilizada se observa científica al poder ser reproducida, comprobada y extrapolable a otros estudios y bienes patrimoniales a partir del esquema siguiente:

¿Qué valorar? El patrimonio paleontológico útil y relevante.

¿Por qué? Para facilitar su protección, orientar su gestión y sumar en su interpretación.

¿Cómo? Con una catalogación sistemática con criterios predeterminados, una caracterización clara e informativa y una valoración lo más objetiva posible.

¿Dónde? Delimitar periodo y zona de estudio (isla de Mallorca).

¿Quién? La administración competente y la comunidad científica.

¿Cuándo? Urgente en comarcas y regiones con importante presión antrópica.

## REFERENCIAS

- Bruschi, V. M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la Geodiversidad*. Tesis Doctoral, U. Cantabria, 341pp.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y diversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. IGME. Cuadernos del Museo Geominero, 7, Madrid, 405 pp.
- Carcavilla, L., Durán, J.J., García Cortés, A. y López-Martínez, J. 2009. Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future. *Geoheritage*, 1 (2), 75-91
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Estud. Bal., Palma, 304 pp.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear.* "Sa Nostra", 420 pp.
- Fallot, P. 1922. *Etude geologique de la Sierra de Majorque (Iles Baleares)*. Tesis Doctoral, Paris-Lieja, 480 pp.
- Meléndez, G., Soria Llop, C. y Soria Verde, M. 2001. La conservación del Patrimonio Paleontológico en España. El papel de la administración y de los paleontólogos. *Revista Española de Paleontología*, N. Extra., 85-98.
- Morey, B. 2008. *El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i de conservació*. Memoria de Doctorado, UIB, 291 pp.
- Morey B. En prep. *El patrimoni Paleontològic de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i de conservació*. Tesis Doctoral, UIB.

- Morey, B. y Frontera, M. 2014. La colección mineralógica y paleontológica de Jaime Conrado i Berard (Mallorca) a través de su cuaderno de gabinete. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Aula)*, 2, 49- 66.
- Morey, B., Mas, G. y 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. Pendiente publicación.
- Morey, B. y Ripoll, J. 2009. *El Patrimoni Paleontològic de Calvià (Mallorca, Balears). Catalogació, caracterització valoració. Propostes de gestió i conservació*. Premi Rei en Jaume d'Investigació 2009, 253 pp.
- Roig, F. X. 2005. *Caracterització i Anàlisi de Platges i Sistemes Platja-Duna de Menorca. mitjançant variables de Gestió*. Memòria d'investigació, UIB Palma, 98 pp.
- Wimbledon, W.A.P. et al. 2000. Proyecto Geosites, una iniciativa de la IUGS. La Ciencia respaldada por la conservación. In Baretino, D. Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*. ITGE, ProGeo, SGE, Madrid, 73-101.

## CATALOGACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE MALLORCA (ISLAS BALEARES. MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL). RESULTADOS

B. Morey

UIB. Dept. Ciencias de la Tierra. Soc. d'Hist. Nat. de les Balears. Palma de Mallorca. bernatmoreycolomar@yahoo.es

### RESUMEN

Los trabajos de catalogación, caracterización y valoración del patrimonio Paleontológico de Mallorca aportan una importante cantidad de datos útiles para la interpretación de dicho patrimonio. Se resumen las aportaciones más importantes tanto en estratigrafía y paleontología como a nivel morfotectónico (según distribución de LIPs/ sites) o referentes a la accesibilidad, vulnerabilidad o conservación patrimonial. Se destaca el valor del entorno cultural y natural del LIP en vistas a su utilidad didáctica, turística o de gestión.

**Palabras clave:** Patrimonio paleontológico, valoración, estratigrafía, tectónica, gestión.

### ABSTRACT

The studies of cataloguing, characterization and valuation of the Paleontological heritage of Majorca contribute a great amount of useful data for this interpretation. The most important contributions are observed in stratigraphy and paleontology as at morphotectonic (according to distribution of LIPs/sites) or referring to the accessibility, vulnerability, and heritage conservation. The value of the cultural and natural surroundings in views to its didactic and tourist utility out or of management

**Key words:** Paleontological heritage, valuation, stratigraphy, tectonics, Management.

### INTRODUCCIÓN

Mallorca es la mayor área emergida del promontorio balear, prolongación de las Sierras Béticas hacia el centro del Mediterráneo occidental. Los trabajos de catalogación, caracterización y valoración del patrimonio Paleontológico de la isla (*TCCVPPm*. Morey, 2008; Morey Tesis) suman importantes aportaciones resultantes de observar la distribución y singularidad del conjunto patrimonial estudiado. Se resumen estas aportaciones.

### RESULTADOS DE LA VALORACIÓN PATRIMONIAL EFECTUADA

#### Definición

Se define patrimonio Paleontológico como el registro fósil útil y relevante desde el punto de vista científico y social. Se entiende un LIP (*Geological Site*. Lugar de Interés Paleontológico) como un punto o yacimiento relevante para

| Período geológico. Edad       | 2003       | 2015        | % Inc.     | Principales LIPs inéditos                 |
|-------------------------------|------------|-------------|------------|---|
| Triásico                      | 27         | 34          | 20%        | Es Binis. Sant Mateu                      |
| Liásico                       | 52         | 59          | 12%        | Foradada. Lavanor                         |
| Dogger- Malm                  | 77         | 89          | 14%        | Son Xigala. Es Monjos. Bernardins         |
| Cretácico                     | 74         | 85          | 14%        | Son Negret. Bernardins. Teix,             |
| Eoceno- Oligoceno             | 80         | 98          | 18%        | Son Fiol. Son Muntaner. Gorvió. Morisca   |
| Miocè Sintectónico            | 59         | 70          | 15%        | C. Figuera. Lloret. Son Xigala. Son Gil.  |
| Serravaliense                 | 8          | 16          | 50%        | Costitx. Mina Carolina. Rotana. Sa Tafal. |
| Mioceno postectónico          | 68         | 109         | 37%        | Son Seguí. C.S. Palou. Cas General.       |
| Plioceno                      | 20         | 54          | 66%        | Pontiró. Xorrigo. Son Gual.               |
| Pleistoceno inferior y medio  | 2          | 27          | 93%        | Sta. Eugènia. Cap Enderrocat. Ràpita      |
| Vertebrados Plioceno- 4 arios | 122        | 2           | 1,7%       | Interpretación de Cala Morlanda           |
| Pleistoceno Superior marino   | 78         | 122         | 34%        | Bahías de Alcúdia y Campos                |
| Pleistoceno. Pulmonados       | 77         | 188         | 60%        | Rafaubeix. Port Arenal.                   |
| <b>Total</b>                  | <b>747</b> | <b>1109</b> | <b>30%</b> |   |

Tabla 1. Nº de LIPs catalogados en 2003 (catalogación inicial), en el catálogo final (2015. Morey Tesis). % de incrementos (%. Inc.) y principales aportaciones- LIPs inéditos.

la historia de la vida de una comarca o región. Se entiende el término relevante ligado al concepto de relevancia del proyecto GEOSITES (Wimbledon *et al.*, 2000) a nivel regional.

El patrimonio Paleontológico se considera y valora de manera independiente y diferenciada de cualquier tipo de Patrimonio.

### Catalogación patrimonial

Se catalogan 1109 LIPs (30% inéditos. Tabla 1). Un 50% se consideran bien valorados por fauna y flora. La mitad también contienen taxones significativos o singulares para cada período geológico estudiado.

Se catalogan cerca de 2000 taxones citados en los estudios paleontológicos de la isla, muchos presentes en las colecciones de la Societat d'Història Natural (SHNB) y del Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (MBCHS). Se recuperan también colecciones inéditas (Col. Rosselló. Morey y Pons, 2008; Col. Conrado. Morey y Frontera, 2014).

La catalogación, efectuada en base a criterios predeterminados (aportación del estudio), se entiende sistemática al comprender una exploración del territorio exhaustiva y organizada (planificación sobre mapa, foto interpretación), estudio de LIPs y colecciones paleontológicas conocidas y referentes y la consulta de todo fondo bibliográfico y documental asociado.

Una catalogación entendida como sistemática se observa fundamental para justificar y dotar de la mayor fiabilidad posible cualquier estudio de valoración y de gestión patrimonial.

### APORTACIONES TAXONÓMICAS Y ESTRATIGRÁFICAS

Se concentran en el Neógeno postectónico. La localización de importantes LIPs referentes y la comparación del registro con el registro coetáneo mediterráneo posibilita la reorganización del período (Serravaliense-actualidad) en ciclos marinos/continentales (Serravaliense, Tortoniense Messiniense, Finimessiniense- *Lagomare*, etc.) separados por superficies erosivas y/o discontinuidades sedimentarias (algunas documentadas por primera vez). La ordenación se refuerza con interpretación paleoambiental. Las principales aportaciones se resumen en:

- El registro Serravaliense se documenta cómo postectónico (regresivo-lagunar entre dos ciclos marinos) al observarse siempre en los grabens y nunca en la estructura alpina.
- El Tortoniense se contempla en dos ciclos (transgresión marina y complejo carbonato arrecifal) y distribución paleoambiental según proximidad a la estructura levantada. El complejo arrecifal se establece y conserva más lejos de la influencia del relieve.

- Se aportan significativos registros inéditos para observar la discontinuidad fini- tortoniense (superficie erosiva- discontinuidad T/M. Entrada de *Glob. Mediterránea*) entre el complejo arrecifal y bajo el registro de la transgresión marina messiniense.

El posterior ciclo marino litoral (sedimentación mareal) Messiniense, entre dos episodios regresivos (T/M- MSC) justifica a su vez el nuevo registro regresivo finimessiniense (fin de la sedimentación mareal, cierre de la comunicación atlántica-MSC, nuevo ciclo marino -*Brakish- Lagomare*. Morey y Mas, 2009; Morey y Forteza, 2015).

El perfil referente propuesto para el finimessiniense es el de *Rafal- Son Seguí* (Lutitas y margas con *Dreissena sp.*).

Para el Plioceno se aporta registro significativo para reorganizar el período observando:

- La transgresión marina primipliocena. *Margas planctónicas con Amusium sp de Son Palou*.
- La estabilización zancliense. Bentonización del registro. *Calcarenitas de Ses Coves*.
- Una regresión marina intrapliocena seguida de nueva transgresión marina plazenciense. *Calcarenitas con Persististrombus coronatus y margas con ostreidos de Pontiró*.
- Optimo climático finiplioceno y límite P/Q. Primer enfriamiento climático originado por el cierre del Istmo de Panamá. *Calcarenitas con Persististrombus coronatus de Xorrigo*

Para el Pleistoceno mallorquín el hecho de incorporar el período Gelasiense implica considerar como mínimo 4 sistemas dunares claramente cuaternarios:

- Dos sistemas inferiores con *Rumina decollata* y restos de insectos (*Calcarenitas y arenas del Banc d'Eivissa; Margas con ostreidos de Sta Eugènia; Calcarenitas y arenas de Cap Enderrocat*. Gelasiense-Calabriense. Falta definir. Morey y Forteza, 2013).
- Dos sistemas superiores encuadrando playas con *Persististrombus bubonius*: Fm. *Calcarenitas y playas de Els Bancals*. Pleistoceno medio; Fm. *Calcarenitas y playas del Camp de Tir- Carnatge*. Pleistoceno superior.
- Para el Würm- Holoceno. Fm. *Calcarenitas y arenas del Trenc- Clot de s'Arena*.

## APORTACIONES SOBRE EXTENSIÓN, POTENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS LIPS

La distribución de LIPs y terrenos pretectónicos (Mesozoico, Eoceno-Oligoceno, Mioceno) se observa condicionada la dirección estructural del plegamiento alpino SSW-NNW.

Los terrenos Eoceno Oligocenos y del Mioceno Sintectónico siguen un condicionamiento ENE-WSW ligeramente distinto para cada uno de los tres relieves principales (Serra de Tramuntana, Serres Centrals, Serres de Llevant).

Las principales aportaciones se centran en las plataformas miocenas del centro de la isla (Son Seguí, Sencelles, Sineu, Porreres etc.) que encuadran la estructura carbonato-arrecifal litoral. Todo el conjunto postectónico (Serravaliense-actualidad) parece reproducir los mismos condicionantes morfotectónicos que la estructura sobre la que se depositan (ESE- WNE; SSW- NNE; S-N; SSE- NNW). Algunas elevaciones del centro de la isla son escalones miocenos basculados sobre Mioceno Sintectónico y Serravaliense mostrando una fracturación regular en estas mismas direcciones (Influencia del relieve basal. Morey Tesis. En estudio).

Esta disposición es difícil de observar y de justificar sin los *TCCVPPm* efectuados.

Para el registro Plioceno y Pliocuaternario se aporta cerca del 80% del registro inédito. Así se observa que el Plioceno marino solo se conserva bajo aluviones procedentes del relieve estructurado o protegido por sistemas dunares cuaternarios. Su ausencia en muchos sectores de las plataformas miocenas (30% de la superficie de la isla) se justifica por la falta de aluviones y de sistemas dunares plio-pleistocenos que actúen de protección frente a la erosión.

La distribución del Pleistoceno Inferior y medio parece responder a motivos similares.

La inexistencia de fauna terrestre pliocena o miocena en las cuevas de la Serra de Tramuntana documentada a partir de los estudios realizados sólo se explica contemplando pérdidas de terreno por erosión superficial (un mínimo de 200 m en los últimos 5 ma.).

Para el Pleistoceno Superior marino (35% de nuevas incorporaciones. Bahías de Alcúdia y Campo. Morey, 2008) se dibuja una disposición que reproduce y justifica la disposición y basculación de la plataformas miocenas y grabens de la isla ya comentadas.

Con estos datos se justifica un nivel del mar para el último interglaciar 2 m superior al observado sin tener en cuenta la subsidencia y las basculación de la estructura postectónica.

## APORTACIONES SOBRE GESTIÓN PATRIMONIAL

Estudiar el estado de los LIPs se convierte en una medida indirecta del uso y estado de conservación del territorio, en especial del litoral. Cerca del 70% de LIPs situados en núcleos o costas urbanizadas y de fácil acceso se encuentran en mal estado (destruidos por puertos, paseos, construcciones etc.). Los considerados de más difícil acceso (35%. Situados en entornos protegidos, acantilados, cuevas de difícil acceso) se encuentran mejor conservados pero también menos estudiados.

Un 60% de LIPs se pueden considerar estudiados en alguna etapa de los más de 200 años de estudios geológicos en la isla. Las aportaciones al respecto se resumen en:

- Mesozoico y Eoceno/Oligoceno. Localización de pocos LIPs inéditos. Catalogación de la fauna ammonites secundarios y de la fauna y flora de los lagos Eocenos- Oligocenos. Urge la revisión y recuperación de la fauna de las escombreras de las minas de carbón eocenas/oligocenas antes de que estas desaparezcan por completo.
- Neógeno postectónico. Localización de LIPs relevantes (*Son Seguí, Cas General, Porto Pi* etc) y encuadre morfotectónico, estratigráfico y paleoambiental. Urge la revisión e interpretación de los moluscos del Mioceno de *Muro*, de los listados ictiológicos pliocenos y de la fauna del registre *Lagomare* de son Seguí.
- Pleistoceno Superior marino. La localización e interpretación del importante pleistoceno de las Bahías de Campos y Alcúdia facilita la ordenación e interpretación morfotectónica y paleoambiental del período y por extensión del registro plioceno y mioceno.
- Registro de vertebrados pliocuaternarios terrestres. El encuadramiento estratigráfico y morfotectónico de los limos *Myotragus palomboi* de Cala Morlanda plantea un poblamiento del archipiélago anterior al plioceno y puede que ligado a diversos episodios regresivos- (comunicaciones con el continente) tortomessinienses (regresiones TM/MSC?).

## ENTORNO PATRIMONIAL. VALOR DIDÁCTICO Y TURÍSTICO

Se destaca el entorno patrimonial del LIP (natural-geológico, histórico-cultural, etc.) como un valor importante para su gestión y conservación. Los *TCCVVPPm* permiten seleccionar y contemplar los LIPs y conjuntos patrimoniales asociados según su utilidad didáctica y turístico- cultural. Estos se seleccionan según representatividad, vulnerabilidad, accesibilidad, espectacularidad y condiciones de observación, presencia o posibilidad de centro de interpretación y entorno relevante complementario (Morey, 2008). Ello supone la selección de más de 70 conjuntos patrimoniales relevantes para presentar y explicar la historia geológica y paleontológica de la isla. Estos se organizan con cerca de 40 rutas turístico culturales importantes.

Se establece una posible red de museos y centros de interpretación donde el patrimonio Paleontológico presentado puede ser conservado, gestionado y /o expuesto también complementado otros valores culturales y naturales asociados.

### Valoración y estrategias de gestión

La subjetividad intrínseca a toda valoración patrimonial se acota a partir de una catalogación patrimonial sistemática y una caracterización informativa, clara y adaptada al patrimonio estudiado. Ello ha servido para seleccionar los LIPs más significativos, los más útiles para futuras investigaciones y los que mejor se prestan a ser gestionados (Tabla 2). También se seleccionan los LIPS y entornos patrimoniales asociados más vulnerables y necesitados de vigilancia y protección.

Las estrategias de gestión propuestas se resumen en:

- a) Localización, estudio y delimitación de LIPs inéditos o poco conocidos.



|                      | <b>Mejor valoración intrínseca</b>                                       | <b>Mejor valorados por gestión</b>                              | <b>LIPs tipo. Frameworks.</b>   |
|----------------------|--|---|---|
| Serravaliense        | Sa Verdera, Pina, Sa Vall, Sa Tafal, Costitx Sta Margarida               | Pina, Costitx- Son Corró, Sta Margarida                         | Sa Verdera, Pina, Sa Vall, Sa Tafal, Costitx, Sta Margarida             |
| Mioceno postectónico | Cap Blanc, Son Seguí, Portopí, Ses Olles, Cala Llombards, Muro, Bellver. | Cap Blanc- Cala Pi., Moreria, Porto Pi, Bellver, Cala Llombards | Cap Blanc, Son Seguí, Portopí, Ses Olles, Cala Llombards, Muro, Bellver |
| Plioceno             | Son Palou- Ses Coves, Son Mir, Pontiró, Xorrigo, Ca'n Casetes.           | Son Palou- Ses Coves. Xorrigo. Pontiró (adapt.)                 | Son Palou- Ses Coves, Son Mir, Pontiró, Xorrigo, Ca'n Casetes.          |

Tabla 2. Selección de LIPs más valiosos y LIPs tipo-Frameworks para el Serravaliense, Mioceno y Plioceno de la isla tanto por su valor intrínseco como por su valor de gestión (Morey, 2013).

- b) Ordenación de LIPs en categorías según necesidades de gestión o conservación:
- LIPs relevantes o muy relevantes (BICs).
  - LIPs de valoración media (LIC o zona paleontológica).
  - LIPs poco relevantes (sin necesidad de estrategias de conservación).
- c) Elaboración de planes de conservación o de gestión específicos. Declaración de utilidad social. Regulación de intervenciones de urgencia y planificadas y protocolos de actuación.
- b) Ordenación de LIPs en categorías según necesidades de gestión o conservación:
- d) Gestión patrimonial integral, coordinada y vinculada a los distintos modelos de gestión del territorio. Inclusión de LIPs considerados dignos de ser protegidos en catálogos controlados por la comisión patrimonial de la CCAA y en las NN.SS municipales. Integración en planes de protección internacionales, nacionales, regionales, locales.
- Creación de la figura de gestor patrimonial.
- e) Creación de unidades de vigilancia patrimonial específica con capacidad de denuncia y sanción, aptitud per a recuperar material paleontológico y formación adecuada
- f) Establecer figuras legislativas específicas y adaptadas (reservas, zonas, etc.) de gestión y protección con protocolos de actuación preestablecidos, control en su aplicación y dotación económica suficiente. Según el valor de cada LIP y status legal se pueden observar:
- LIPs de protección estricta y integral. Ninguna intervención lesiva. Estudio controlado.
  - Zonas paleontológicas más extensas de vigilancia y de conservación menos estricta.
  - Zonas mixtas de conservación y gestión. Uso sostenible de recursos naturales.
- g) Potenciación de la capacidad didáctica y divulgativa de los LIPs preseleccionados (centros de interpretación, rutas culturales y geológicas. Estudios e investigaciones. Publicaciones, etc.).

## CONCLUSIONES

Los *TCCVVPP* sistemáticos suponen mucho más que una simple catalogación y selección de LIPs relevantes o útiles. Suman también importantes aportaciones para la geología y paleontología de la región estudiada tanto por lo que supone de aportación de patrimonio inédito como del resultado de su distribución e interacción con otro patrimonio. La interacción del patrimonio paleontológico con el entorno cultural y natural asociado se observa de gran valor en una región turística y con fuerte presión antrópica.

## REFERENCIAS

Morey, B. 2008. *El patrimoni Paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i de conservació.* Memoria de Doctorado, UIB, 291 pp.

- Morey, B. 2013. La importància d'una catalogació i valoració de LIPs en el postectònic de Mallorca. *VI Jornades Medi Ambient. Balears. Soc. Hist. Nat.*, 80-84.
- Morey, B. y Forteza, N. 2013. Traces d'insectes del Pleistocè de Mallorca. *VI Jornades Medi Ambient. Balears. Soc. Hist. Nat.*, 59- 62.
- Morey, B. y Forteza, N. 2015. Fauna finimessiniense en el Antiforme Son Seguí- Sta Eugènia (Mallorca. Mediterráneo occidental). Significado, origen y evolución. *XXI Bienal de la Sociedad Española de Historia Natural*, Burgos, 29.
- Morey, B. y Frontera, M. 2014. La colección mineralógica y paleontológica de Jaime Conrado i Berard (Mallorca) a través de su cuaderno de gabinete. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (sección Aula)*, 2, 49-66.
- Morey, B. y Mas, G. 2009. Aproximació al neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bolletí de la Societat Història Natural. Balears*, 52, 99-123
- Morey, B. i Pons, G.X. 2008. La col·lecció paleontològica de Josep Rosselló Ordines. *V Jornades de Medi Ambient. Balears. Soc. Hist. Nat.*, 443-445.
- Wimbledon, W.A.P. et al. 2000. Proyecto Geosites, una iniciativa de la IUGS. La Ciencia respaldada por la conservación. In Baretino, D. Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*. ITGE, ProGeo, SGE, Madrid, 73-101.