

# **APROXIMACIÓ A LA VALORACIÓ DEL PATRIMONI GEOMORFOLÒGIC DEL LITORAL DE LLUCMAJOR (MALLORCA)**

**Damià Vicens, Antelm Ginard, Guillem X. Pons,  
Pau Balaguer i Laura del Valle**

## **1. Resum**

El litoral de Llucmajor presenta majoritàriament costes d'erosió. Els quilòmetres de penya-segats de la marina estan constituïts per materials del miocè, el pliocè i el quaternari postorogènic, on són presents diverses mesoformes degudes al modelat marí. També hi trobam estructures sedimentàries quaternàries adossades als paleopenya-segats.

En aquest document es proposen cinc zones d'interès geomorfològic del litoral de Llucmajor, amb un alt valor científic, didàctic i recreatiu turístic.

## **2. Introducció**

Mallorca ha estat estudiada des de la visió geomorfològica des de fa temps i per investigadors que han deixat una intensa empremta en aquest camp. De fet, Gómez-Pujol i Pons (2007) plantejaven si hi havia una escola mallorquina de geomorfologia, i tenint en compte les darreres publicacions i tesis, creim que la resposta és afirmativa.

A mitjans del segle passat, Karl Butzer, Joan Cuerda i Vicenç M. Rosselló varen ser els pioners i publicaren diversos treballs en l'àmbit de la geomorfologia litoral mallorquina, com ara treballs d'estratigrafia pleistocena (Butzer i Cuerda, 1960; 1961; 1962), una primera aproximació descriptiva i classificació de litoral de Mallorca (Butzer, 1962). Rosselló Verger (1964), a la seva tesi doctoral, també dedicà un apartat a les costes rocoses del sud i el sud-est de Mallorca.

Segons Duque-Macías *et al.* (2017) el futur del patrimoni geològic a les Illes Balears passa necessàriament per l'aprovació, encara pendent des de 2011, del Decret de protecció de llocs d'interès geològic (LIG) de les Illes Balears que legalitzi aquest inventari, i així poder establir mesures per a la seva actualització, la seva revisió i la seva gestió. Per la seva banda, el Consell de Menorca va aprovar el 2016 el seu catàleg

LIG, encara que aquest organisme no té competències per aprovar la protecció dels LIG, i, per tant, la protecció efectiva depèn del Govern de les Illes Balears. A curt termini són necessaris mitjans per actualitzar l'inventari LIG, incloure'n de nous i catalogar-ne d'altres.

Per altra banda, Carcavilla (2014) argumenta que el patrimoni geomorfològic ha experimentat en els últims anys un notable impuls, especialment en el panorama internacional. No obstant això, encertadament, aquest autor comenta què és preocupant que aquest impuls, en alguns casos, hagi quedat al marge de la resta del patrimoni geològic quan s'han obviat treballs metodològics de referència imprescindibles que fins i tot han desenvolupat la seva pròpia nomenclatura. Possiblement, aquest fet sigui conseqüència de l'estret vincle que guarden els trets geomorfològics del territori amb el recurs del paisatge, un element fonamental i altament valorat del patrimoni natural, ja que a més de definir els seus trets més característics, les formes del relleu o *landforms*, la geomorfologia controla directament la distribució, la qualitat, el gruix i la humitat de la terra; l'altitud, el pendent, l'orientació i la insolació dels vessants, i, en conseqüència, controla indirectament altres elements principals del paisatge com són les masses d'aigua, l'ús de la terra i la vegetació natural.

L'existència de morfologies relacionades amb el modelat marí i la presència d'eolianites adossades són el motiu d'aquest treball, on s'analitzen diversos llocs d'interès geomorfològic del litoral de Lluçmajor per a la proposta com a patrimoni geològic. Cal esmentar que segons Carcavilla (2014) no només poden ser patrimoni geològic els llocs excepcionals; tan importants com aquests són els llocs representatius de la geologia d'una regió, que mostrin les característiques que millor la defineixen, com per exemple afloraments amb estructures o materials que afloren amb freqüència, característiques que es repeteixen en el paisatge o el condicionen.

En algunes zones es presenten pedreres relacionades amb l'extracció del marès (Cuerda i Sacarès 1992) i les calcàries del miocè (Muntaner 1959), que, tot i no ser valors geològics, tenen un valor històric etnològic.

La majoria de citacions dels autors que han escrit algun article relacionat amb el patrimoni geològic i/o de geoconservació de les Illes Balears es poden consultar a Roig-Munar *et al.* (2019) i a Morey (2020).

El treball de Morey (2020) tracta sobre el patrimoni paleontològic de Mallorca, on proposa molts Llocs d'Interès Paleontològic (LIP) per a la seva gestió i conservació. L'autor presenta unes fitxes de molts indrets de Mallorca, entre les quals en podem trobar una sèrie de Lluçmajor.

### 3. Geologia de la zona

La plataforma carbonàtica de Lluçmajor es correspon amb el domini geomorfològic de sa Marina de Lluçmajor (Rosselló Verger, 1964). Aquesta s'estén per la major part del territori del municipi i forma la costa escarpada situada entre la badia de Palma i sa Ràpita (aquesta darrera localitat ja pertany al terme de Campos).

La plataforma carbonàtica de Lluçmajor, malgrat ser actualment una zona endorreica, presenta també localment certa activitat fluviotorrencial, afavorida en alguns casos per la relació amb fenòmens neotectònics i càrstics. També presenta indicis de termalisme (Païssa, Son Gall, cova des Pas), relacionats amb l'existència de falles normals subverticals que afecten els materials pre i sinorogènics i que permeten l'ascens d'aigües molt profundes (probablement d'aqüífers liàsics) fins a l'aqüífer superficial de naturalesa calcarenítica (Unitat d'Esculls) (Mas, 2016).

La Unitat d'Esculls, del miocè superior, va ser definida per Esteban (1979) i Pomar *et al.* (1983). Aquesta unitat, constituïda per bioconstruccions esculloses atribuïdes al tortonià superior-messinià, ha estat localitzada a nombrosos sondejos de sa Marina de Lluçmajor i altres zones de Mallorca, i especialment en espectaculars afloraments als penya-segats de la costa de Lluçmajor i de sa Marina de Llevant.

Fins no fa gaires anys, a la zona d'aquest treball, el miocè es considerava representat per les Calcàries de Santanyí (també anomenat Complex Terminal) i, per sota, per les Calcàries d'Escull. Mas *et al.* (2013), entre Cala Pi i es Pas, donen una nova interpretació referent als materials fins fa poc considerats com a miocens. Aquests autors consideren que la major part dels dipòsits atribuïts a la Unitat de Calcàries de Santanyí per Fornós i Pomar (1983) i Pomar *et al.* (1983), i el tram superior de les Unitats de Calcàries Oolítiques, Estromatolítiques i Unitat Manglar del miocè superior descrites per Gómez-Pujol *et al.* (2007) i Balaguer (2007) en realitat corresponen al pliocè. Per a més informació sobre el miocè terminal i el pliocè és recomanable la consulta de la tesi doctoral de Mas (2016).

Referent al quaternari, el litoral de la badia de Palma en particular va ser estudiat per Cuerda (1957) i Muntaner (1957), mentre que la resta de l'illa fou estudiada majoritàriament per Joan Cuerda i Josep Sacarès (vegeu Cuerda 1975 i Cuerda i Sacarès 1992). Cal citar que hi ha hagut prou investigadors que han treballat el litoral de Lluçmajor (vegeu Vicens 2015), en el qual es poden trobar dipòsits que van des del pleistocè inferior fins al pleistocè superior, consistents en dipòsits de platja, eolianites i paleosols.

Sobre els jaciments pleistocens existents entre Cala Vella i la punta Negra, al treball de Vicens (2015) hi podem trobar un recopilatori dels treballs de Cuerda i Sacarès (1964). Atesa la importància d'aquests jaciments, com a mesura de protecció de possibles actes d'espoliació, no es va considerar adient publicar-ne una ampliació. No es va fer esperar la publicació de nous estudis de la zona. Així, Juárez i Matamalas (2016) presenten dos talls d'aquesta zona. Un any més tard, Matamalas *et al.* (2017) presenten un estudi sobre les estructures de macrobioerosió en *Thetystrombus latus* del pleistocè superior de Mallorca, en el qual citen exemplars d'aquest indret, actualment dipositats al Museu Balear de Ciències Naturals (Sóller).

És important esmentar la cova litoral des Pas, catalogada com a LIC (Lloc d'Interès Comunitari), una de les coves més importants d'Europa i sens dubte un valor afegit a la Gea del litoral llucmajorer, d'un valor de nivell internacional.

#### 4. Metodologia

La metodologia emprada per a la valoració de les zones ha tingut en compte els punts següents:

1. Selecció de cinc zones per a una proposta de LIG al litoral de Llucmajor (taula 1). La selecció es basa en la representativitat de les geomorfologies i amb la facilitat d'observació en un ampli context geogràfic associat, prioritzant les zones que permetin ser observades des de carreteres i camins.
2. Valoració del tipus d'interès i ús potencial (científic, didàctic, recreatiu turístic o de lleure) de cada zona, aplicant directrius metodològiques establertes a l'IELIG (García-Cortés *et al.*, 2018), que permeten avaluar la potencialitat dels seus usos, així com una estimació del risc de la degradació antròpica. Per norma general, es consideren LIG de molt alt valor aquelles zones que superin els 6,65 punts; LIG d'alt valor aquelles zones que es trobin entre 3,33 i 6,65 punts, i de valor mitjà aquelles zones LIG amb puntuacions inferiors a 3,33. Quant als riscos de degradació antròpica, els que presenten valors compresos entre 1 i 2,5 haurien de ser objecte de mesures de protecció a curt termini (risc de degradació alt), mentre que els que presenten valors compresos entre 0,5 i 1 podrien ser objecte de mesures de protecció a més llarg termini (risc de degradació mitjà) o fins i tot no ser necessàries. S'han fet servir els algorismes establerts a García-Cortés *et al.* (2018), encara que no s'han tingut en compte tots els paràmetres.
3. Utilització de la toponímia de Cosme Aguiló (1996).

4. Utilització de les coordenades a partir dels mapes de l'IDEIB en el sistema de referència geodèsic global ETRS89 Fus 31N.

### 5. Propostes de Llocs d'Interès Geomorfològic

Es proposen cinc llocs (taula 1) amb un alt valor científic, didàctic i recreatiu turístic. A la taula 2 es poden veure el valors obtinguts d'aplicar l'algorisme de García *et al.* (2018).

Proposta de LIG	Coordenades UTM	
	Punt inicial E	Punt final W
El cap de sa Paret – Cala Esglesieta	491824 / 4356503	489806 / 4357431
La punta de Cala Pi – Ses Fontanelles	485790 / 4356864	484319 / 4356585
El racó des Cap Roig – El torrentó de sa Pedrera Blanca	480495 / 4358871	480233 / 4359394
Na Segura – La punta de l'Estancieta	478140 / 4361293	477796 / 4359394
El racó de s'Almadrava – El Cap Enterrocat	478171 / 4364775	476098 / 4369608

Taula 1. Proposta de zones LIG amb les seves coordenades UTM en el sistema de referència ETRS89.

Proposta de LIG	$V_c$	$V_d$	$V_t$	$R_{Da}$
El cap de sa Paret – Cala Esglesieta	5,37	5,50	4,75	0,56
La punta de Cala Pi – Ses Fontanelles	4,37	6,50	6,00	1,05
El racó des Cap Roig – El torrentó de sa Pedrera Blanca	3,85	5,00	4,50	0,34
Na Segura – La punta de l'Estancieta	3,85	4,75	4,25	0,41
El racó de s'Almadrava – El Cap Enterrocat	3,85	4,75	4,25	0,46

Taula 2. Valor científic ( $V_c$ ), valor didàctic ( $V_d$ ), valor recreatiu turístic ( $V_t$ ) i valor de risc de degradació antròpica ( $R_{Da}$ ), calculat a partir de l'algorisme de García *et al.* (2018).

A continuació, es presenten les cinc propostes.

#### A Entre el cap de sa Paret i Cala Esglesieta, litoral de s'Estelella

Relacionam aquesta primera zona amb coves d'abrasió marina, retrocés de penya-segats associat a l'evolució de coves d'abrasió marina, tempestites del pleistocè superior, blocs de tempesta, blocs de tsunami i cocons.

En aquesta zona hi trobam coves d'abrasió marina, com ara la cova des Coonar, la cova des Metge Mames, la cova de na Venturera o la cova de sa Torre (Ginard *et al.*, 2008; 2014). És interessant la cova de sa Torre, localitzada molt a prop de la torre de s'Estelella, cova que

presenta un bufador (figura 1) a partir del qual es pot deduir el seu estat evolutiu.



Figura 1. Cova de sa Torre, s'Estelella.

El retrocés dels penya-segats es pot observar pertot arreu i es fa evident a la zona coneguda com ses Coves de s'Estelella (figura 2) (vegeu Ginard *et al.*, 2018).



Figura 2. Coves de s'Estelella.



Quant als dipòsits quaternaris del pleistocè mitjà i superior, aquests varen ser descrits inicialment per Butzer i Cuerda (1960). La peculiar alçada d'uns + 10,5 m va fer pensar que es devien haver dipositat en un nivell molt alt del pleistocè superior (Cuerda 1975), però en realitat es tracta de tempestites (Vicens 2015), quan el nivell de la mar estava aproximadament a uns + 2,5 m. Cuerda (1975) descriu els jaciments de la zona a la seva obra sobre el quaternari balear, on destaca especialment els jaciments d'aquest indret. Ginard *et al.* (2008; 2014) a més d'estudiar les coves litorals de la zona, revisen i posen l'accent en els jaciments amb fauna marina del pleistocè superior.

Segons Roig-Munar (2016), a partir de l'estudi de la mida, la disposició i la situació dels blocs situats a prop de la línia de costa, el litoral de s'Estelella (figura 3) és una zona on actuen processos mixtos de tempesta i tsunami, amb possibles retreballaments periòdics de blocs tsunamítics per part de les tempestes. Això no obstant, hi ha una zona a 8,5 m d'alçada, en dues àrees ben definides (entre 25 m i 50 m de distància de la cornisa), amb una important concentració de blocs d'un pes mitjà de 5,1 i 2,2 tones per cada àrea. Aquestes dues àrees es presenten en forma de petits cordons imbricats sobre el penya-segat i per tant sense possibilitats de ser retreballats per onatges de tempesta.



Figura 3. A la foto blocs presumiblement de tempesta a + 4 m.  
Els blocs de Tsunami es troben a + 8,5 m, s'Estelella.

A molts sectors d'aquesta àmplia zona es poden observar cocons. Ressalta especialment la concentració a la punta des Coconar (figura

4) i altres microformes (consultau Gómez-Pujol *et al.*, 2011, on es descriuen les formes de *karren* litoral).



Figura 4. Cocons. Punta des Coconar, s'Estelella.



Figura 5. Cala Pi.



Figura 6. Es Bancal.

### **A Entre la punta de Cala Pi i ses Fontanelles, litorals de Cala Pi i Capocorb Nou**

Aquesta zona la relacionam amb la desembocadura d'un torrent associat a una cala, costa esglaonada i dipòsits del miocè, pliocè, pleistocè inferior i pleistocè mitjà, a més de blocs procedents de tsunamis (López i Juárez 2020).

Segons Rosselló Verger (1964; 1995), Cala Pi (figura 5), a l'illa de Mallorca, té un caràcter excepcional i solitari. S'enfonsa amb un tall gairebé vertical en un planell de 50 m d'altitud, ajuntant dos afluents de conca insignificant que malament poden justificar-ne l'encaixament; més encara, el canyó s'interromp en sec a un quilòmetre de l'aigua. Les línies de fractura expliquen sis trams rectes alternativament paral·lels amb un angle de 130°.

A la zona anomenada es Balcals (figura 6), els



materials del quaternari formen una costa esglaonada, gràcies a l'alternança dels paleosols i eolianites (Cuerda i Sacarés, 1992; Nielsen *et al.* 2004). A més, hi ha blocs que presenten una orientació congruent amb les trajectòries tsunamítiques. Els blocs se situen a una alçada mitjana de 17,7 m s.n.m., amb un pes mitjà de 7,02 t i a una distància mitjana de 51,2 m sobre la cornisa del penya-segat. Els cordons de blocs des Bancal representen un dels llocs dels penya-segats de Mallorca on els blocs estan a major altura s.n.m. i a més distància de la cornisa. Martín-Prieto *et al.*, (2018) confirmen que el transport dels blocs es va produir per tsunamis. La importància d'aquest exemple es més que evident dins la Mediterrània occidental (Roig-Munar *et al.*, 2020).

### **B Eolianites del quaternari adossades a un paleo-penya-segat**

Les altres tres propostes les relacionam amb eolianites del quaternari adossades a un paleo-penya-segat.

Es tracta d'una tipologia geomorfològica que es repeteix sovint al litoral llucmajorer. Hi ha penya-segats antics en materials del miocè i, altres vegades, tenim també materials del pliocè i el quaternari inferior i mitjà, on les eolianites del pleistocè mitjà i/o superior s'adossen al penya-segat. També es poden trobar dipòsits de platja del pleistocè superior.

Una característica interessant és que es poden observar processos erosius holocens, sobretot a les eolianites presents al nivell de la mar.

#### **B.1 Entre el racó des Cap Roig i el torrentó de sa Pedrera Blanca, litoral de s'Àguila**

Zona amb unes vistes impressionants (figura 7), amb uns penya-segats d'una alçada d'uns 85 m aproximadament. A més de les eolianites quaternàries adossades al miocè, es pot observar un jaciment del pleistocè superior a la punta de Baix, denominat per Cuerda i Sacarès (1964) es Pas de sa Senyora. També es poden observar eolianites afectades per l'erosió.



Figura 7. A la dreta de la fotografia els materials del quaternari adossats a l'antic penya-segat d'uns 85 m d'alçada, al litoral de s'Àguila.

### **B.2 Entre na Segura i uns 115 m al NW de la punta de l'Estancieta, litoral de sa Llapassa**

Igual que el cas anterior, les vistes són extraordinàries i les eolianites es poden observar millor per la presència d'una antiga pedrera i per un entrant causat per l'erosió (figura 8).



Figura 8. Vista del litoral de sa Llapassa, on s'observa una antiga pedrera de marès. El penya-segat té uns 100 m d'alçada.

### **B.3 Entre el racó de s'Almadrava i el Cap Enterrocat, litorals de sa Torre, es Puigderrós i Son Granada**

A diferència de les zones anteriors, que són de mides hectomètriques, aquí es presenta una zona del litoral d'uns 5,5 km, on hi ha nombrosos jaciments del pleistocè superior (Cuerda i Sacarès 1992; Vicens 2015) i les antigues pedreres formen part de l'actual paisatge (figura 9). Les zones menys afectades per l'extracció de marès estan situades entre Cala Vella i el Cap Enterrocat.



Figura 9. Ses Olles, on es pot observar l'illotet de ses Olles en primer terme. A la part central de la fotografia, les pedreres de sa Fossa.

## 6. Conclusions

Es proposen cinc Llocs d'Interès Geològic (LIG) del litoral de Lluçmajor amb un alt valor científic, didàctic i recreatiu turístic (taula 1).

Tots els llocs proposats tenen valors naturals i valors culturals a les zones properes.

Tres de les zones, la punta de Cala Pi - ses Fontanelles, el racó de s'Almadrava - el cap Enterrocat i el cap de sa Paret - cala Esglesieta, presenten unes dimensions que superen el quilòmetre de litoral, mentre que les altres dues zones, el racó des Cap Roig - el torrentó de sa Pedrera Blanca i na Segura - la punta de l'Estancieta, són de dimensions hectomètriques.

Hi ha dues zones, la punta de Cala Pi - ses Fontanelles i el racó de s'Almadrava - el cap Enterrocat, que disposen de serveis, com ara establiments hotelers propers o àrees d'aparcament per a autocars. En els altres llocs proposats, els serveis són més reduïts, si més no a les zones properes a la torre de s'Estelella hi ha opcions d'allotjament en apartaments o en cases particulars.

La zona amb el valor científic més destacable és la del cap de sa Paret - Cala Esglesieta.

Des del punt de vista didàctic, la zona més valorada és la de la punta de Cala Pi - ses Fontanelles, zona que també destaca en valor recreatiu turístic.

Quant al risc de degradació antròpica, la zona entre Cala Pi i es Bancal presenta un risc de degradació alta, la zona de s'Estelella un risc de degradació mitjà i a la resta de zones el risc és més aviat baix.

## 7. Bibliografia

AGUILÓ, C. 1996. *La toponímia de la costa de Lluçmajor*. Institut d'Estudis Catalans. Treball de l'Oficina d'Onomàstica II: 1-184.

BALAGUER, P. 2007. Inventari quantitatiu de les costes rocoses de Mallorca. In: PONS, G. X. i VICENS, D. (Eds.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 201-230.

BUTZER, K. W. 1962. «Coastal geomorphology of Majorca». *Annals of Assoc. American Geographers*, 52 (2): 191 - 212.

BUTZER, K. i CUERDA, J. 1960. «Nota preliminar sobre la estratigrafia y la paleontología del Cuaternario marino del Sur y S.E. de la isla de Mallorca». *Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6: 9-29.

BUTZER, K. W. i CUERDA, J. 1961. «Formaciones cuaternarias del litoral Este de Mallorca (Canyamel - Porto Cristo)». *Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 7: 3-29.

BUTZER, K. W. i CUERDA, J. 1962. «Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implication for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea». *Journal of Geology*, 70: 398-416.

CARCAVILLA, L. 2014. «Guía práctica para entender el patrimonio geológico». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22 (1), 5-18.

CUERDA, J. 1957. «Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca)». *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 3-76.

CUERDA, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Institut d'Estudis Baleàrics. Palma, 304 p.

CUERDA, J. i SACARÈS, J. 1964. «Nuevos yacimientos cuaternarios en la costa de Lluchmayor (Mallorca)». *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 89-132.

CUERDA, J. i SACARÈS, J. 1992. *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear, 130 p. Palma de Mallorca.

DUQUE-MACÍAS, J.; GIMÉNEZ-GARCÍA, J. i RODRÍGUEZ, A. 2017. «La "Associació de Geòlegs de les illes Balears" (AGEIB) y el Patrimonio geológico del archipiélago balear». A: CARCAVILLA, L.; DUQUE-MACÍAS, J.; GIMÉNEZ, J.; HILARIO, A.; MONGE-GANUZAS, M.; VEGAS, J. i RODRÍGUEZ, A. (Ed.). *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Cuadernos del Museo Geominero, 21: 239-246.

ESTEBAN, M. 1979. «Significance of the Upper Miocene coral of the western Mediterranean». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129:169-188.

FARNÓS, J. J. i POMAR, L. 1983. «Mioceno Superior de Mallorca: Unidad Calizas de Santanyí ("Complejo Terminal")». A: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FARNÓS, J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. (Ed.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Institut d'Estudis Baleàrics - Universitat de Palma de Mallorca, 177-206.

GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E. i VEGAS, J. 2018. «Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)». Versión 5/12/2014. Actualización 19/07/2018, Instituto Geológico y Minero de España, 61 p.

GINARD, A.; VICENS, D.; CRESPI, D.; VADELL, M.; BOVER, P.; BALAGUER, P. i GRÀCIA, F. 2008. «Coves litorals, geomorfologia i jaciments del Quaternari de la Marina de Llucmajor. Zona 1: la franja costanera entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta (1a part). Llucmajor, Illa de Mallorca». *Endins*, 32: 81-104.

GINARD, A.; VICENS, D.; BOVER, P.; CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; GUAL, M. A. i BALAGUER, P. 2014. «Coves litorals, geomorfologia i jaciments del

Quaternari de la Marina de Llucmajor. Zona 1: la franja costanera entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta (2a part). Llucmajor, Illa de Mallorca.» *Endins*, 36: 131-150.

GINARD, A.; VICENS, D.; BOVER, P.; CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; GUAL, M. A.; BALAGUER, P.; BASCUÑANA, F. X.; ENSEÑAT, J. J. i PLA, V. 2018. «Coves litorals i geomorfologia de la costa de Llucmajor». *I Jornades d'Estudis Locals de Llucmajor*, 927-938.

GÓMEZ-PUJOL, L. i PONS, G. X. 2007. «La geomorfología litoral de Mallorca 45 años después». A: FORNÓS, J. J.; GINÉS, J. i GÓMEZ-PUJOL, L. (ed.), 2007, *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 17-37.

GÓMEZ-PUJOL, L.; BALAGUER, P. i FORNÓS, J. J. 2007. «El litoral de Mallorca: síntesis geomórfica». A: FORNÓS, J. J.; GINÉS, J. i GÓMEZ-PUJOL, L. (ed.). *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 39-59.

GÓMEZ-PUJOL, L.; FORNÓS, J. J. i POMAR, F. 2011. «El karren litoral a les Illes Balears». *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 69-84.

JUÁREZ, J. i MATAMALES-ANDREU, R. 2016. «Tàxons inèdits o poc coneguts per al Pleistocè superior litoral de Mallorca (Illes Balears, Mediterrani occidental) i consideracions sobre alguns jaciments». *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 59: 39-67.

MARTÍN-PRieto, J. A.; ROIG-MUNAR, F. X.; RODRIGUEZ-PEREA, A.; GELABERT, B. i VILAPLANA, J. M. 2018. «Acumulación de bloques en la costa acantilada del sur de Mallorca (Es Bancals): Evidencia de tsunamis procedentes de Argelia». A: GARCIA, C.; GÓMEZ-PUJOL, L.; MORÁN-TEJEDA, E.; BATALLA, R. J. (ed). 2018. *Geomorfología del Antropoceno. Efectos del cambio global sobre los procesos geomorfológicos*. UIB, SEG, Palma.

LÓPEZ, B. i JUÁREZ, J. 2020. «Cala Pi - Es Bancals. Domingo 10 de mayo de 2020. Calas, rasas y tsunamitas del litoral de Llucmajor». *Geología 20 Mallorca*. Sociedad Geológica de España. 8 p.

MAS, G. 2016. *El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània*. Tesi doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 534 p.

MAS, G.; FORNÓS, J. J. i LÓPEZ, B. 2013. «Revisió de la sèrie neògena de la zona de cala Pi - Vallgornera - es Pas (Llucmajor, Mallorca)». *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. p. 114-116.

MATAMALAS, R.; JUÁREZ, J. i MARTINELL, J. 2017. «Estructures de macrobioerosió en *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) del Pleistocè superior de Mallorca (illes Balears, Mediterrània Occidental)». *Nemus*,



7: 19-29.

MOREY, B. 2020. *El patrimoni paleontològic de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. propostes de gestió i conservació*. Tesi doctoral. UIB. 1053 p.

MUNTANER, A. 1957. «Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma». *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 77-126.

MUNTANER, A. 1959. «Noticia sobre la existencia de una cantera de época romana en las inmediaciones de Cala Pi (Mallorca)». *Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 5: 60-61.

NIELSEN, K. A.; CLEMMENSEN, L. B. i FORNÓS, J. J., 2004. «Middle Pleistocene magnetostratigraphy and susceptibility stratigraphy-. Data from carbonate aeolian system, Mallorca, Western Mediterranean». *Quaternary Science Reviews*, 23: 1733-1756.

POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. i BARÓN, A. 1983. «La unidad arrecifal del Mioceno superior de Mallorca». A: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. (ed.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca)*. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Institut d'Estudis Balearics - Universitat de Palma de Mallorca, 139-175.

ROIG-MUNAR, F. X. 2016. *Blocs de tempesta i tsunami a les costes rocoses de les Illes Balears: anàlisi geomorfològica i morfomètrica*. Universitat de Barcelona. Tesi doctoral, 285 p.

ROIG-MUNAR, F. X.; MARTÍN-PRieto, J.; MAS-GORNALS, G.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; GELABERT, B. i CARDONA-AMETLLER, C. 2019. «Propuesta de lugares de interés geológico de los canchales de la Serra de Tramuntana y Serres de Llevant (Mallorca, Islas Baleares)». *Cuaternario y Geomorfología*, 33 (1-2): 27-46.

ROIG-MUNAR, F. X.; MARTÍN-PRieto, J. A.; RODRÍGUEZ-PEREA, A., GELABERT, B., VILLAPLANA, J. M. i GARCIA-LOZANO, C. 2020. «Revisión de los depósitos de tsunamis, bloques y tsunamitas, en las costas del Mediterráneo occidental». *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 33 (2): 17-30.

ROSSELLÓ VERGER, V. M. 1964. *Mallorca, el sur y sureste*. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Palma de Mallorca. Palma. 553 p.

ROSSELLÓ VERGER V. M. 1995. «Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca». *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38:167-180.

VICENS, D. 2015. *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'illa de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental)*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 985 p.