

# PREMIS SERRA DE TRAMUNTANA

## RECERCA I INVESTIGACIÓ

Estudis sobre el Patrimoni Mundial de la Serra de Tramuntana

**Els fòssils més antics de Mallorca: valoració patrimonial dels jaciments paleontològics més excepcionals de la serra de Tramuntana.**

RAFEL MATAMALES ANDREU

### Valoració de la comissió d'avaluació

*Treball d'excel·lent factura, desenvolupament i notòria originalitat, presenta una proposta de catalogació i posada a l'abast del patrimoni naturalístic de la Serra de Tramuntana, amb un sistema de classificació de l'interès de cada un dels indrets. Para esment en valors ambientals que poden complementar l'estudi del paisatge cultural. Bibliografia molt actualitzada. Molt bona metodologia i edició.*

Comitè d'Experts i Expertes  
de la Serra de Tramuntana



## PRESENTACIÓ

El patrimoni paleontològic es defineix com el “conjunt de restes i parts d’organismes, impressions i traces de la seva activitat vital que s’han conservat en el registre geològic, i la singularitat, excepcionalitat, representativitat, interès científic, didàctic o cultural dels quals els fa destacar i permet reconstruir l’evolució geològica d’un indret, les formes de vida que hi habitaren en un moment determinat, la seva evolució biològica i l’ambient o entorn on varen viure” (Carcavilla *et al.*, 2007, traduït). En comparació amb altres regions, Mallorca és un territori relativament petit, però d’una riquesa paleontològica excepcional, i sovint desconeguda pel públic general.

La valoració i catalogació d’aquest patrimoni és, per tant, un aspecte de gran interès. El primer catàleg oficial de llocs d’interès geològic (LIG) de les Illes Balears es va crear als anys 80 (IGME, 2023), i de llavors ençà ha patit qualque revisió (Barón, 2007). No obstant això, de tots els LIGs catalogats sols n’hi ha sis d’interès paleontològic i, a més, l’inventari en si no és cap figura de protecció del patrimoni, essent decisió de les administracions municipals crear una figura per a assegurar-ne la protecció. Pocs municipis tenen catàlegs de jaciments paleontològics (per exemple, Calvià); la majoria es troben integrats dins els catàlegs de jaciments arqueològics o simplement romanen sense catalogar.

Tot i que els jaciments paleontològics estan, per definició, protegits per llei<sup>1</sup>, aquesta rarament s’aplica. Així, no és infreqüent que es destrueixin jaciments paleontològics sense l’avaluació o el seguiment necessari (vegeu exemples a Galiana, 1979; Morey, 2008, 2018, 2020). Per això, la creació de catàlegs que descriguin, categoritzin, localitzin i avaluin els jaciments paleontològics és de vital importància de cara a facilitar seva protecció.

Recentment, hi ha hagut diferents propostes per fer un inventari dels llocs d’interès paleontològic (LIP) de Mallorca. En destaca la feina de Morey (2018, 2020), que va catalogar i avaluar més d’un milenar de LIPs mallorquins. No obstant això, és un llistat que presenta un fort biaix cap als jaciments del Cenozoic (de fa 66 milions d’anys a l’actualitat), representant aquests un 76,1 % del total de LIPs, encabits en aproximadament tan sols un 20,6 % de l’interval temporal considerat. Per això, pel que fa a l’avaluació exhaustiva dels LIPs del Paleozoic i Mesozoic (més antics que fa 66 milions d’anys), encara hi ha molta feina per fer.

El present estudi revisa, de manera completament exhaustiva, tots els LIPs coneguts en roques compreses entre els períodes Carbonífer i Triàsic (fa entre 359 i 199 milions d’anys) de Mallorca, que coincidentment es troben ubicats a la serra de Tramuntana. Per a cadascun dels 26 LIPs s’avalua el seu valor científic, didàctic, turístic i total, i també el risc de degradació natural, antròpic i total. Això permet fer una categorització segons la seva importància, reflectint aquells indrets que necessiten unes mesures de protecció més intenses causa el seu valor o risc de desaparició. S’adjunta una mostra de les fitxes descriptives dels cinc LIPs amb un valor total més elevat, i es proposen possibles mesures de protecció. Tota aquesta informació podrà ésser emprada per les futures accions de gestió que es vulguin aplicar en aquests jaciments i, en general, a la conservació del patrimoni paleontològic mallorquí.

<sup>1</sup> Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.  
Llei 12/1998, de 21 de desembre, del Patrimoni Històric de les Illes Balears.  
Decret 14/2011, de 25 de febrer, pel qual s’aprova el Reglament d’intervencions arqueològiques i paleontològiques de les Illes Balears.

## TEMÀTICA

Les roques de formació més antiga que s’han trobat a Mallorca pertanyen als períodes Carbonífer, Permian i Triàsic, és a dir, fa entre 359 i 199 milions d’anys. Aquestes reflecteixen l’evolució de la geografia i el clima del planeta, condicionant els ambients locals que hi han romàs enregistrats.

El Carbonífer (fa entre 359 i 299 milions d’anys) va ésser un temps relativament fred, amb el món ocupat per les primeres selves tropicals poblades per insectes gegantins. També marca l’origen del nostre llinatge, els sinàpsids, que se separaren del llinatge dels rèptils (sauròpsids) en aquest període. A Mallorca, les roques del Carbonífer representen un ambient marí profund, amb esllavissades subaquàtiques d’arenas que transportaven restes de plantes i d’animals, com els lliris de la mar o crinoideus (Matamales-Andreu *et al.*, 2022).

El Permian (fa entre 299 i 252 milions d’anys) va ésser testimoni de la passada de les condicions glacials del Carbonífer, comparables a l’actualitat, a les condicions de casa de calor del final del període, amb grans regions àrides i temperatures equatorials extremes. En aquell temps, Mallorca es trobava al marge oriental de l’equador del supercontinent Pangea, una única massa de terra que s’estenia del pol nord al pol sud. El clima era tropical i estacionalment molt eixut, comparable a l’actual Serengeti. S’hi desenvoluparen grans rius amb extenses planeres d’inundació, on hi havia un ric ecosistema amb bosquets de coníferes, i animals per pertanyien tant als grups d’avantpassats dels rèptils com als dels mamífers: tramuntanasures, pelicosures i teràpsids (Matamales-Andreu *et al.*, 2022; Matamales-Andreu, 2023).

El Triàsic (fa entre 252 i 201 milions d’anys) representa la recuperació de la vida després de l’extinció massiva més grossa que hi ha haguda mai, al final del període Permian, que va acabar amb entre el 80 i el 96 % de les espècies biològiques del planeta. Els climes eren encara molt càlids i extrems, i es varen anar suavitzant a mesura que va passar el temps. És un període molt important, que va veure l’origen dels mamífers, dinosaures, cocodrils, tortugues i altres grans rèptils marins i voladors. A la part primerenca i mitjana del Triàsic, Mallorca es trobava al marge occidental de Pangea, i l’ambient continuava éssent de grans rius i extenses planeres d’inundació. Hi havia importants boscs de coníferes, que envoltaven basses d’aigua amb una important comunitat animal, consistent en crustacis, insectes, peixos i rèptils (Matamales-Andreu *et al.*, 2021b). D’entre els insectes, excepcionalment ben conservats, en destaca la presència del dípter (grup que inclou els actuals moscards i mosques) més antic conegut al món, més antic fins i tot que els primers dinosaures (Peñalver *et al.*, 2022). A partir del Triàsic Mitjà, el territori que avui dia correspon a Mallorca es va enfonsar davall la mar, generant ecosistemes aquàtics somers que permeteren l’establiment de diferents animals dels grups dels mol·luscs i vertebrats, principalment. D’entre els vertebrats, en destaquen els ictiosaures i els notosaures, dos grups diferents de grans rèptils marins depredadors (Matamales-Andreu *et al.*, 2021a).

Amb tot, els afloraments mallorquins d’aquests períodes són importants per tres motius principals: (1) es troben a una paleolatitud en la que globalment hi ha pocs jaciments d’edats equivalents, i per tant representen una finestra al passat fins ara desconeguda; (2) contenen un dels registres de vertebrats terrestres més antics de la Península i Balears, sols superat per un jaciment asturià, i (3) alguns dels jaciments presenten restes excepcionalment ben conservades amb les parts blanques dels animals, i també esquelets articulats, el que ofereix una nova i millorada visió de com eren, com vivien i què menjaven aquests éssers vius.

## METODOLOGIA EMPRADA PER A LA RECERCA

El present estudi considera de manera exhaustiva tots els jaciments paleontològics dels tres períodes geològics més antics de Mallorca: el Carbonífer, el Permià i el Triàsic. Després d'una revisió completament exhaustiva de la bibliografia, s'han delimitat vint-i-sis jaciments, seguint els criteris de la clau de determinació de la Figura 1.

1. És un petit (<0,4 km<sup>2</sup>) aflorament aïllat?  
 Sí ..... 2  
 No ..... 3

2. Representa un sol període geològic?\*

Sí ..... Es pot considerar com un jaciment  
 No ..... Per a cada període, repeti les passes des de 1

3. Els punts fossilífers propers (~250 m) són del mateix període?\*

Sí ..... 4  
 No ..... Per a cada període, repeti individualment les passes des de 2

4. Els punts fossilífers pertanyen a una mateixa secció estratigràfica?

Sí ..... 5  
 No ..... Per a cada secció, repeti individualment les passes des de 5

5. Els punts fossilífers es troben separats per accidents geogràfics (caps, penyes, torrenteres, esbaldregalls, trams coberts...) que provoquin una clara discontinuïtat de l'aflorament?

Sí ..... Cadascuna de les zones es pot considerar com un jaciment  
 No ..... Es pot considerar com un jaciment

\* Si la transició entre dos períodes geològics consecutius apareix representada a l'aflorament, es pot respondre "Sí" a aquesta pregunta.

Figura 1. Clau dicotòmica per a discriminar què es considera un jaciment paleontològic segons els criteris del present treball.

Per a cadascun dels jaciments s'ha realitzat una taula de valoració seguint uns criteris específics. Aquests s'han basat majoritàriament en els proposats per García-Cortés *et al.* (2014) per a l'*Inventario Español de Lugares de Interés Geológico*, però adaptant-los per donar especial rellevància al valor paleontològic i tenint en compte la superfície reduïda de Mallorca i el fàcil accés per carretera a la majoria d'indrets. La Taula 1 detalla els criteris de valoració aplicats a tots els jaciments, aplicats després de realitzar-hi una visita *in situ* i recopilar les dades de tots els treballs publicats.

Taula 1. Criteris de valoració (modificat de García-Cortés *et al.*, 2014).

| REPRESENTATIVITAT DEL JACIMENT   | PUNTS |
|--|-------|
| Poc útil per a representar, encara que sia parcialment, un tret o procés               | 0     |
| Útil com a model per a representar parcialment un tret o procés                        | 1     |
| Útil com a model per a representar, globalment, un tret o procés                       | 2     |
| El millor exemple conegut regionalment per a representar, globalment, un tret o procés | 4     |
| CARÀCTER DE LOCALITAT ESTRATIGRÀFICA TIPUS   |       |

| No és una localitat tipus   | 0  |
|---|----|
| És l'estratotip d'una formació definida informalment  | 4  |
| És l'estratotip d'una formació definida formalment  | 8  |
| GRAU DE CONEIXEMENT CIENTÍFIC DEL JACIMENT  |    |
| No existeixen estudis ni tesis doctorals publicats sobre el jaciment  | 0  |
| Per cada article sobre el jaciment publicat a una revista local   | +1 |
| Per cada llibre/tesi doctoral que consideri el jaciment   | +2 |
| Per cada article sobre el jaciment publicat a una revista internacional   | +3 |
| ESTAT DE CONSERVACIÓ DEL JACIMENT   |    |
| Fortament degradat: el lloc és pràcticament destruït  | 0  |
| Degradat: el lloc presenta deterioraments importants  | 0  |
| Alterat: amb deterioraments que impedeixen apreciar alguna característica d'interès   | 1  |
| Favorable amb alteracions: alguna deteriorament que no afecta de manera determinant al valor o interès del jaciment   | 2  |
| Favorable: el jaciment es troba ben conservat, pràcticament íntegre   | 4  |
| CONDICIONS D'OBSERVACIÓ DEL JACIMENT  |    |
| Amb elements que emmascaren fortament les característiques d'interès  | 0  |
| Amb elements que emmascaren el jaciment i impedeixen d'apreciar alguna característica d'interès   | 1  |
| Amb alguna element que no permet observar el jaciment íntegrament   | 2  |
| Perfectament observable amb facilitat   | 4  |
| RARESA DEL JACIMENT   |    |
| Existeixen bastants de llocs semblants a la regió   | 0  |
| És un dels escassos exemples coneguts a nivell regional   | 1  |
| És l'únic exemple conegut a nivell regional   | 2  |
| És l'únic exemple conegut a nivell internacional  | 4  |
| INTERÈS DEL JACIMENT (ESTRATIGRÀFIC, SEDIMENTOLÒGIC, GEOMORFOLÒGIC, PALEONTOLÒGIC, TECTÒNIC, PETROLÒGIC-GEOQUÍMIC, GEOTÈCNIC, MINER-METAL·LOGÈNIC, MINERALÒGIC, HIDROGEOLOGIC, HISTÒRIA DE LA GEOLOGIA) |    |
| El jaciment sols presenta l'interès paleontològic com a principal   | 0  |
| El jaciment presenta un altre tipus d'interès a més del principal   | 1  |

|  |    |
|--|----|
| El jaciment presenta dos altres tipus d'interès a més del principal  | 2  |
| El jaciment presenta més de dos altres tipus d'interès a més del principal   | 4  |
| <b>TIPUS DE FÒSSILS PRESENTS AL JACIMENT</b>   |    |
| El jaciment sols conté microfòssils d'invertebrats i/o de plantes  | 0  |
| El jaciment conté microfòssils d'invertebrats i/o de plantes   | 2  |
| El jaciment conté micro- i/o microfòssils de vertebrats  | 8  |
| El jaciment conté micro- i/o microfòssils de vertebrats i micro- i/o microfòssils d'invertebrats i/o plantes   | 12 |
| <b>CARÀCTER DE LOCALITAT TIPUS PALEONTOLÒGICA</b>  |    |
| No és una localitat tipus  | 0  |
| Per cada nova espècie de micro- o microfòssils d'invertebrats i/o plantes descrita al jaciment   | +4 |
| Per cada nova espècie de micro- o microfòssils de vertebrats descrita al jaciment  | +8 |
| <b>IMPORTÀNCIA BIOSTRATIGRÀFICA</b>  |    |
| El jaciment no conté fòssils guia  | 0  |
| El jaciment conté fòssils que permeten afinar fins al Període  | 1  |
| El jaciment conté fòssils que permeten afinar fins al Pis  | 2  |
| El jaciment conté fòssils que permeten afinar fins la biozona/subzona/horitzó  | 4  |
| <b>DENSITAT FOSSILÍFERA</b>  |    |
| És complicat veure fòssils en superfície al jaciment, i quan n'hi ha, estan molt dispersos. En cas de jaciments sols amb microfòssils, aquests surten esporàdicament a les làmines primes o rentats    | 0  |
| Es veu qualche fòssil en superfície, però generalment mai no hi ha dos exemplars en contacte. En cas de jaciments sols amb microfòssils, aquests apareixen habitualment a les làmines primes o rentats | 1  |
| Es veuen molts de fòssils en superfície, però no formen una lumaquel·la. En cas de jaciments sols amb microfòssils, aquests formen la roca   | 2  |
| Els fòssils formen una lumaquel·la, estant en contacte uns amb altres  | 4  |
| <b>CONSERVACIÓ DELS FÒSSILS</b>  |    |
| Els fòssils tenen una preservació dolenta, sols són identificables a nivell de Classe o superior   | 0  |
| Els fòssils, deformats, esclafats o romputs, es preserven com a motlles (interns o externs) o impressions, però es poden identificar a nivell de Gènere o d'Espècie                                    | 1  |
| Els fòssils, quasi sense deformació, es preserven com a motlles (interns o externs) o impressions, i es poden identificar a nivell de Gènere o d'Espècie   | 2  |

|   |    |
|---|----|
| Els fòssils no s'han dissolt (o s'han recristal·litzat), i es poden identificar a nivell de Gènere o d'Espècie                        | 4  |
| Els fòssils presenten una conservació excepcional (parts blanques) o, en el cas de vertebrats, es troben articulats o semi-articulats | 12 |
| <b>CARÀCTER ÚNIC</b>  |    |
| Jaciment on totes les espècies són conegudes d'altres indrets fora de Mallorca  | 0  |
| Jaciment amb una o dues espècies sols conegudes a Mallorca  | 1  |
| Jaciment amb entre tres i cinc espècies sols conegudes a Mallorca   | 2  |
| Jaciment amb entre sis i deu espècies sols conegudes a Mallorca   | 4  |
| Jaciment amb més de deu espècies sols conegudes a Mallorca  | 8  |
| <b>BIODIVERSITAT</b>  |    |
| Per cada 10 tàxons (micro- i microfòssils) diferents identificats al jaciment   | +1 |
| <b>CONTINGUT/ÚS DIDÀCTIC</b>  |    |
| No compleix, per defecte, amb cap les tres premisses següents   | 0  |
| Il·lustra continguts curriculars universitaris  | 1  |
| Il·lustra continguts curriculars de qualsevol nivell del sistema educatiu o s'utilitza en activitats didàctiques universitàries       | 2  |
| S'utilitza habitualment en activitats didàctiques de qualsevol nivell del sistema educatiu  | 4  |
| <b>DENSITAT DE POBLACIÓ</b>   |    |
| Municipi amb menys de 5.000 habitants   | 0  |
| Municipi amb entre 5.000 i 15.000 habitants   | 1  |
| Municipi amb entre 15.000 i 30.000 habitants  | 2  |
| Municipi amb més de 30.000 habitants  | 4  |
| <b>ACCESSIBILITAT</b>   |    |
| Accés per un camí o indret perillós, per arribar-hi calen coneixements tècnics (penya-segat, cova, etc.)                              | -8 |
| Accés a peu per un camí no complicat  | 1  |
| Accés directe en cotxe  | 2  |
| Accés directe per una carretera asfaltada amb aparcament per camiona  | 4  |
| <b>MIDA DEL JACIMENT</b>  |    |
| Menys de 5 m <sup>2</sup>   | 0  |

|  |   |
|--|---|
| Entre 5 i 50 m <sup>2</sup>  | 1 |
| Entre 50 i 500 m <sup>2</sup>  | 2 |
| Més de 1.000 m <sup>2</sup>  | 4 |
| <b>IMPACTES RELACIONATS AMB LA MIDA</b>  |   |
| Trets mètrics (espeleotemes, etc.) vulnerables a les visites   | 0 |
| Trets decamètrics no vulnerables a les visites però sensibles a activitats antròpiques més agressives  | 1 |
| Trets hectomètrics que podrien patir deteriorament per activitats humanes  | 2 |
| Trets quilomètrics que són difícilment deteriorables per activitats humanes  | 4 |
| <b>ASSOCIACIÓ AMB ALTRES ELEMENTS DEL PATRIMONI NATURAL I/O CULTURAL</b>   |   |
| No existeixen elements del patrimoni natural o cultural en un radi de 5 km   | 0 |
| Presència d'un únic element del patrimoni natural o cultural en un radi de 5 km  | 1 |
| Presència de diversos elements del patrimoni natural o cultural en un radi de 5 km   | 2 |
| Presència de diversos elements tant del patrimoni natural com del cultural en un radi de 5 km  | 4 |
| <b>ESPECTACULARITAT O BELLESA</b>  |   |
| No compleix, per defecte, les tres premisses següents  | 0 |
| Compleix una de les condicions següents: 1) amplitud de relleu alta, 2) és a prop de la mar, 3) varietat cromàtica notable. També si hi ha fòssils i/o minerals vistosos | 1 |
| Coincidència de dues de les tres primeres característiques. També si hi ha fòssils i/o minerals espectaculars en superfície  | 2 |
| Coincidència de les tres primeres característiques   | 4 |
| <b>CONTINGUT/ÚS DIVULGATIU</b>   |   |
| No compleix, per defecte, les tres premisses següents  | 0 |
| Il·lustra de manera clara i expressiva a col·lectius de cert nivell cultural   | 1 |
| Il·lustra de manera clara i expressiva a col·lectius de qualsevol nivell cultural sobre la importància de la paleontologia   | 2 |
| S'empra habitualment en activitats divulgatives  | 4 |
| <b>POTENCIAL PER A REALITZAR-HI ACTIVITATS TURÍSTIQUES I RECREATIVES</b>   |   |
| Sense cap possibilitat turística ni per a realitzar-hi activitats recreatives  | 0 |
| Possibilitats turístiques o bé possibilitat de realitzar-hi activitats recreatives   | 1 |
| Possibilitats turístiques i possibilitat de realitzar-hi activitats recreatives  | 2 |

|   |        |
|---|--------|
| Hi existeixen activitats organitzades   | 4      |
| <b>PROXIMITAT A ZONES RECREATIVES</b>   |        |
| Indret situat a més de 5 km d'àrees recreatives (càmpings, platges, etc.)               | 0      |
| Indret situat entre 5 i 2 km d'àrees recreatives  | 1      |
| Indret situat entre 2 km i 500 m d'àrees recreatives                                    | 2      |
| Indret situat a manco de 500 m d'àrees recreatives                                      | 4      |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ NATURAL PER MIDA</b>                                      |        |
| Trets mètrics (espeleotemes, litologies poc consolidades, etc.)                         | 10/400 |
| Trets decamètrics   | 6/400  |
| Trets hectomètrics  | 3/400  |
| Trets quilomètrics  | 1/400  |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ NATURAL PER FRAGILITAT</b>                                |        |
| Litologies molt resistents amb escassa fracturació i sense meteorització                | 1      |
| Litologies blanques però consolidades   | 5      |
| Litologies resistents però amb molta de fracturació i/o meteorització                   | 10     |
| Litologies blanques sense consolidar o molt fracturades i/o meteoritzades               | 20     |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ NATURAL PER AMENACES NATURALS</b>                         |        |
| Jaciment no significativament afectat per processos naturals geològics i/o biològics    | 1      |
| Jaciment afectat per processos naturals geològics i/o biològics de poca rellevància     | 5      |
| Jaciment afectat per processos naturals geològics i/o biològics de rellevància moderada | 10     |
| Jaciment afectat per processos naturals geològics i/o biològics de gran intensitat      | 20     |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA PER EXPLOTACIÓ MINERA O HÍDRICA</b>             |        |
| Substància sense interès o d'interès escàs sense altres explotacions a la zona          | 0      |
| Substància d'interès escàs o moderat amb altres explotacions a la zona                  | 1      |
| Substància de gran interès amb altres explotacions a la zona                            | 2      |
| Substància de gran interès sense explotacions alternatives a la zona                    | 4      |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA PER ESPOLI</b>                                  |        |
| Molts d'espècimens de poc valor i difícils d'espolar                                    | 0      |

|   |    |
|---|----|
| Molts d'espècimens de poc valor i de fàcil espoli   | 1  |
| Molts d'espècimens de gran valor i difícils d'espoliar  | 2  |
| Molts d'espècimens de gran valor i de fàcil espoli  | 4  |
| Espècimens poc comuns i de gran valor, difícils d'espoliar  | 8  |
| Espècimens poc comuns, de gran valor i fàcil espoli   | 12 |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA PER PROXIMITAT A INFRASTRUCTURES</b>  |    |
| Indret no amenaçat  | 0  |
| Indret situat a manco de 100 m d'una carretera, d'1 km d'una activitat industrial o minera, o a manco de 2 km de sòl urbà       | 1  |
| Indret que confronta amb una activitat industrial o minera, amb sòl urbà no urbanitzat o situat a manco de 25 m d'una carretera | 2  |
| Indret situat en un polígon industrial, explotació minera, en sòl urbà o a la vorera d'una carretera                            | 4  |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE AL RÈGIM DE PROTECCIÓ DE L'INDRET</b>   |    |
| Indret situat dins un parc natural, parc nacional o reserva natural   | 1  |
| Indret situat dins un paratge natural o un monument natural protegit  | 2  |
| Indret sense cap figura de protecció  | 4  |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE A LA PROTECCIÓ INDIRECTA</b>  |    |
| Indret no fàcilment accessible  | -8 |
| Indret fàcilment accessible, situat enfora de camins i camuflat per la vegetació  | 1  |
| Indret fàcilment accessible, camuflat sols per la vegetació   | 2  |
| Indret sense cap tipus de protecció indirecta   | 4  |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE A L'ACCESSIBILITAT</b>  |    |
| Accés per un camí o indret perillós, per arribar-hi calen coneixements tècnics (penya-segat, cova, etc.)                        | -8 |
| Accés a peu per un camí no complicat  | 1  |
| Accés directe en cotxe  | 2  |
| Accés directe per una carretera asfaltada amb aparcament per camiona  | 4  |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE A LA TITULARITAT I EL RÈGIM D'ACCÉS</b>   |    |
| Indret situat en una àrea pública amb accés restringit  | 1  |

|   |     |
|---|-----|
| Indret situat en una propietat privada amb accés restringit                             | 2   |
| Indret situat en una àrea d'accés lliure (pública o privada)                            | 4   |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE A LA DENSITAT DE POBLACIÓ</b>           |     |
| Municipi amb menys de 5.000 habitants   | 0   |
| Municipi amb entre 5.000 i 15.000 habitants   | 1   |
| Municipi amb entre 15.000 i 30.000 habitants  | 2   |
| Municipi amb més de 30.000 habitants  | 4   |
| <b>SUSCEPTIBILITAT DEGRADACIÓ ANTRÒPICA EN BASE A LA PROXIMITAT A ZONES RECREATIVES</b> |     |
| Indret situat a més de 5 km d'àrees recreatives (càmpings, platges, etc.)               | 0   |
| Indret situat entre 5 i 2 km d'àrees recreatives  | 1   |
| Indret situat entre 2 km i 500 m d'àrees recreatives                                    | 2   |
| Indret situat a manco de 500 m d'àrees recreatives                                      | 4   |
| <b>ESTAT DEL JACIMENT</b>   |     |
| El jaciment existeix  | 1   |
| El jaciment s'ha exhaurit a causa del mostreig científic o espoli                       | 0   |
| El jaciment s'ha destruït durant la construcció d'infraestructures humanes              | 0   |
| <b>LOCALITZACIÓ DEL JACIMENT</b>  |     |
| Zona natural no gaire alterada  | 1   |
| Talls de carreteres o fronts de pedreres  | 0,5 |
| Coves o altres indrets d'accés prohibit al públic                                       | 0   |

A partir d'aquí, s'han calculat els valors científic, turístic i didàctic de cada jaciment (Taula 2), i el valor total com una mitjana aritmètica dels tres anteriors. També, el nivell de risc natural i antròpic al que està sotmès el jaciment (Taula 3), amb un valor de risc total també corresponent a la mitjana aritmètica.

**Taula 2. Càlcul del valor dels jaciments, segons els criteris de la Taula 1. Els valors finals negatius es consideren 0.**

| VALOR           | CÀLCUL  |
|-----------------|---|
| Valor científic | (Representativitat*5) + (Estratotip*5) + (Coneixement científic*10) + (Conservació jaciment*5) + (Observació jaciment*5) + (Raresa jaciment*5) + (Interès jaciment*5) + (Tipus de fòssils*10) + (Localitat tipus*15) + (Biostratigrafia*5) + (Densitat fòssils*5) + (Conservació fòssils*15) + (Caràcter únic*5) + (Biodiversitat*5) + (Contingut didàctic*0) + (Densitat població*0) + (Accessibilitat*0) + (Mida jaciment*0) + (Impactes mida*0) + (Altres elements*0) + (Bellesa*0) + (Contingut divulgatiu*0) + (Potencial turístic*0) + (Zones recreatives*0)  |
| Valor didàctic  | [(Representativitat*5) + (Estratotip*0) + (Coneixement científic*0) + (Conservació jaciment*5) + (Observació jaciment*5) + (Raresa jaciment*5) + (Interès jaciment*10) + (Tipus de fòssils*0) + (Localitat tipus*0) + (Biostratigrafia*0) + (Densitat fòssils*10) + (Conservació fòssils*10) + (Caràcter únic*0) + (Biodiversitat*0) + (Contingut didàctic*15) + (Densitat població*5) + (Accessibilitat*15) + (Mida jaciment*5) + (Impactes mida*5) + (Altres elements*0) + (Bellesa*5) + (Contingut divulgatiu*0) + (Potencial turístic*0) + (Zones recreatives*0)] * [Estat jaciment] * [Localització jaciment]  |
| Valor turístic  | [(Representativitat*0) + (Estratotip*0) + (Coneixement científic*0) + (Conservació jaciment*0) + (Observació jaciment*5) + (Raresa jaciment*0) + (Interès jaciment*0) + (Tipus de fòssils*0) + (Localitat tipus*0) + (Biostratigrafia*0) + (Densitat fòssils*0) + (Conservació fòssils*0) + (Caràcter únic*0) + (Biodiversitat*0) + (Contingut didàctic*0) + (Densitat població*5) + (Accessibilitat*10) + (Mida jaciment*15) + (Impactes mida*5) + (Altres elements*10) + (Bellesa*15) + (Contingut divulgatiu*15) + (Potencial turístic*15) + (Zones recreatives*5)] * [Estat jaciment] * [Localització jaciment] |
| Valor total     | (Valor científic) + (Valor didàctic) + (Valor turístic)   |

**Taula 3. Càlcul dels riscos als quals estan sotmesos els jaciments, segons els criteris de la Taula 1. Els valors finals negatius es consideren 0.**

| RISC                                    | CÀLCUL   |
|---|--|
| Risc natural degradació valor científic | (Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces) * (Valor científic)                                      |
| Risc natural degradació valor didàctic  | (Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces) * (Valor didàctic)                                       |
| Risc natural degradació valor turístic  | (Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces) * (Valor turístic)                                       |
| Risc natural total                      | [Màxim (Risc natural degradació valor científic, Risc natural degradació valor didàctic, Risc natural degradació valor turístic)] * [Estat jaciment] |

|  |   |
|--|---|
| Risc antròpic degradació valor científic | {Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]} * {Valor científic}  |
| Risc antròpic degradació valor didàctic  | {Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]} * {Valor didàctic}   |
| Risc antròpic degradació valor turístic  | {Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]} * {Valor turístic}   |
| Risc antròpic total                      | [Màxim (Risc antròpic degradació valor científic, Risc antròpic degradació valor didàctic, Risc antròpic degradació valor turístic)] * [Estat jaciment]   |
| Risc degradació valor científic total    | {[(Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces)] + [{Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]}] / 2 * {Valor científic} |
| Risc degradació valor didàctic total     | {[(Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces)] + [{Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]}] / 2 * {Valor didàctic}  |
| Risc degradació valor turístic total     | {[(Degradació natural mida) * (Degradació natural fragilitat) * (Degradació natural amenaces)] + [{Degradació natural mida} * {25 * [Degradació antròpica mines + Degradació antròpica espoli] + [15 * Degradació antròpica infraestructures] + [10 * Degradació antròpica accessibilitat] + [5 * (Degradació antròpica protecció + Degradació antròpica p. indirecta + Degradació antròpica titularitat + Degradació antròpica zones recreatives)]}] / 2 * {Valor turístic}  |
| Risc de degradació total                 | [Màxim (Risc degradació valor científic total, Risc degradació valor didàctic total, Risc degradació valor turístic total)] * [Estat jaciment]  |

Per tal de poder comparar-los entre ells, i així determinar la seva importància relativa, s'han normalitzat les puntuacions de tots els jaciments per un mateix valor o risc, resultant en un rang entre 0 (puntuació 0) i 1 (puntuació màxima). Les xifres resultants s'han dividit en cinc grups, distingint-hi els jaciments amb el valor o risc màxim (puntuació=1), molt elevat (0,99-0,75), elevat (0,74-0,50), mitjà (0,49-0,25) o baix (0,24-0,00).

Taula 4. Dades crues de la valoració segons els càlculs de les taules 2 i 3. En carabassa, s'assenyalen els tres jaciments que no s'han pogut localitzar.

| CODI I NOM DEL JACIMENT |                                    | VALOR     |          |          |       | RISC    |          |       |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|----------|----------|-------|---------|----------|-------|
|                         |                                    | Científic | Didàctic | Turístic | Total | Natural | Antròpic | Total |
| C001                    | Sa Gratallosa                      | 295       | 190      | 135      | 620   | 1770    | 1637     | 1704  |
| P001                    | Racó de s'Algar-Es Tamarell        | 945       | 190      | 130      | 1265  | 2835    | 2055     | 2445  |
| P002                    | Punta d'en Pere Mir-Pedra de s'Ase | 720       | 50       | 130      | 900   | 1080    | 0        | 540   |
| P003                    | Platja de son Bunyola-Ca la Gata   | 520       | 240      | 250      | 1010  | 780     | 1755     | 1268  |
| P004                    | Platja d'en Sales                  | 405       | 195      | 190      | 790   | 608     | 926      | 767   |
| P005                    | Platja de s'hort de sa Cova        | 250       | 40       | 105      | 395   | 1250    | 656      | 953   |
| P006                    | Pedrera de sa Cova                 | 190       | 95       | 97,5     | 382,5 | 71      | 171      | 121   |
| TB001                   | Pedra Alta                         | 1005      | 115      | 25       | 1145  | 5025    | 1131     | 3078  |
| TB002                   | Punta Negra-Barranc pedra Alta     | 930       | 180      | 100      | 1210  | 4650    | 3371     | 4011  |
| TB003                   | Platja de sa Marina                | 665       | 55       | 90       | 810   | 1995    | 1446     | 1721  |
| TB004                   | Punta Roja                         | 550       | 160      | 135      | 845   | 825     | 0        | 413   |
| TB005                   | Tenassa de sa Tanca                | 720       | 160      | 135      | 1015  | 1080    | 0        | 540   |
| TM001                   | Son Net                            | 125       | 62,5     | 37,5     | 225   | 16      | 516      | 266   |
| TM002                   | Mola de na Costitxa                | 220       | 190      | 195      | 605   | 17      | 516      | 429   |
| TM003                   | Punta de son Serralta              | 230       | 210      | 235      | 675   | 59      | 47       | 53    |
| TM004                   | Son Tries                          | 170       | 135      | 135      | 440   | 3       | 344      | 173   |
| TM005                   | Rotes des pinar de Canet           | 160       | 90       | 57,5     | 307,5 | 2       | 408      | 205   |
| TM006                   | Pedrera vella de son Simonet       | 380       | 92,5     | 65       | 537,5 | 3       | 485      | 244   |

|       |                             |     |      |       |       |     |      |     |
|-------|-----------------------------|-----|------|-------|-------|-----|------|-----|
| TM007 | Garrover des Lladre         | 125 | 62,5 | 37,5  | 225   | 3   | 516  | 259 |
| TM008 | Coll de Sóller              | 305 | 145  | 135   | 585   | 11  | 355  | 183 |
| TM009 | Puig d'en Canals            | 320 | 0    | 0     | 320   | 0   | 0    | 0   |
| TM010 | Camí vell de Lluc a Caimari | 95  | 0    | 0     | 95    | 0   | 0    | 0   |
| TK001 | Son Ferrandell              | 110 | 42,5 | 40    | 192,5 | 2   | 248  | 125 |
| TK002 | Can Bleda                   | 205 | 47,5 | 47,5  | 300   | 308 | 1415 | 861 |
| TK003 | Cala Tuent                  | 205 | 115  | 127,5 | 447,5 | 26  | 77   | 51  |
| TK004 | Coma Freda                  | 220 | 140  | 190   | 550   | 660 | 1254 | 957 |

## RESULTATS

Els resultats de les valoracions amb les dades crues es poden trobar a la Taula 4, mentre que el resultat amb les dades normalitzades en rangs entre 0 i 1 és a la Taula 5. Les puntuacions per a cada ítem de valoració, i els llistats de bibliografia i espècies documentades no s'adjunten en el present estudi per manca d'espai. En tot cas, i com es pot observar, la distribució de les valoracions no és homogènia ni pel que fa als valors científic, didàctic, turístic i total, ni pel que fa als riscos natural, antròpic i total (Figura 2).

Taula 5. Dades normalitzades, relativitzant cadascun dels valors/riscs entre 0 i 1, i codificant-ho per colors segons les cinc categories definides ("màxim" = rosa; "molt elevat" = blau; "elevat" = verd; "mitjà" = groc; "baix" = vermell). En carabassa, s'assenyalen els tres jaciments que no s'han pogut localitzar.

| CODI I NOM DEL JACIMENT |                                    | VALOR     |          |          |       | RISC    |          |       |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|----------|----------|-------|---------|----------|-------|
|                         |                                    | Científic | Didàctic | Turístic | Total | Natural | Antròpic | Total |
| C001                    | Sa Gratallosa                      | 0,29      | 0,79     | 0,54     | 0,49  | 0,35    | 0,49     | 0,42  |
| P001                    | Racó de s'Algar-Es Tamarell        | 0,94      | 0,79     | 0,52     | 1,00  | 0,56    | 0,61     | 0,61  |
| P002                    | Punta d'en Pere Mir-Pedra de s'Ase | 0,72      | 0,21     | 0,52     | 0,71  | 0,21    | 0,00     | 0,13  |
| P003                    | Platja de son Bunyola-Ca la Gata   | 0,52      | 1,00     | 1,00     | 0,80  | 0,16    | 0,52     | 0,32  |
| P004                    | Platja d'en Sales                  | 0,40      | 0,81     | 0,76     | 0,62  | 0,12    | 0,27     | 0,19  |
| P005                    | Platja de s'hort de sa Cova        | 0,25      | 0,17     | 0,42     | 0,31  | 0,25    | 0,19     | 0,24  |
| P006                    | Pedrera de sa Cova                 | 0,19      | 0,40     | 0,39     | 0,30  | 0,01    | 0,05     | 0,03  |



|       |                                |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| TB001 | Pedra Alta                     | 1,00 | 0,48 | 0,10 | 0,91 | 1,00 | 0,34 | 0,77 |
| TB002 | Punta Negra-Barranc pedra Alta | 0,93 | 0,75 | 0,40 | 0,96 | 0,93 | 1,00 | 1,00 |
| TB003 | Platja de sa Marina            | 0,66 | 0,23 | 0,36 | 0,64 | 0,40 | 0,43 | 0,43 |
| TB004 | Punta Roja                     | 0,55 | 0,67 | 0,54 | 0,67 | 0,16 | 0,00 | 0,10 |
| TB005 | Tenassa de sa Tanca            | 0,72 | 0,67 | 0,54 | 0,80 | 0,21 | 0,00 | 0,13 |
| TM001 | Son Net                        | 0,12 | 0,26 | 0,15 | 0,18 | 0,00 | 0,15 | 0,07 |
| TM002 | Mola de na Costitxa            | 0,22 | 0,79 | 0,78 | 0,48 | 0,00 | 0,15 | 0,11 |
| TM003 | Punta de son Serralta          | 0,23 | 0,88 | 0,94 | 0,53 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| TM004 | Son Tries                      | 0,17 | 0,56 | 0,54 | 0,35 | 0,00 | 0,10 | 0,04 |
| TM005 | Rotes des pinar de Canet       | 0,16 | 0,38 | 0,23 | 0,24 | 0,00 | 0,12 | 0,05 |
| TM006 | Pedrera vella de son Simonet   | 0,38 | 0,39 | 0,26 | 0,42 | 0,00 | 0,14 | 0,06 |
| TM007 | Garrover des Lladre            | 0,12 | 0,26 | 0,15 | 0,18 | 0,00 | 0,15 | 0,06 |
| TM008 | Coll de Sóller                 | 0,30 | 0,60 | 0,54 | 0,46 | 0,00 | 0,11 | 0,05 |
| TM009 | Puig d'en Canals               | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TM010 | Camí vell de Lluc a Caimari    | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TK001 | Son Ferrandell                 | 0,11 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,00 | 0,07 | 0,03 |
| TK002 | Can Bleda                      | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,24 | 0,06 | 0,42 | 0,21 |
| TK003 | Cala Tuent                     | 0,20 | 0,48 | 0,51 | 0,35 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| TK004 | Coma Freda                     | 0,22 | 0,58 | 0,76 | 0,43 | 0,13 | 0,37 | 0,24 |

El valor científic és el que presenta una distribució més asimètrica, per mor que l'excepcionalitat d'alguns jaciments del Permià (P001) i del Triàsic (TB001, TB002), amb abundància de restes de vertebrats o insectes, fa que destaquin molt per damunt els altres, que obtenen una puntuació més baixa. El valor didàctic i turístic són més homogenis, amb aproximadament un 50 % de jaciments amb un valor "elevat" o superior. Pel que fa al valor total, l'excepcionalitat científica d'alguns jaciments fa que continuïn al capdavant però, en termes generals, la classificació surt més compensada, amb un nombre notable de jaciments (38,5 %) que es considera que tenen un valor "elevat" o superior.

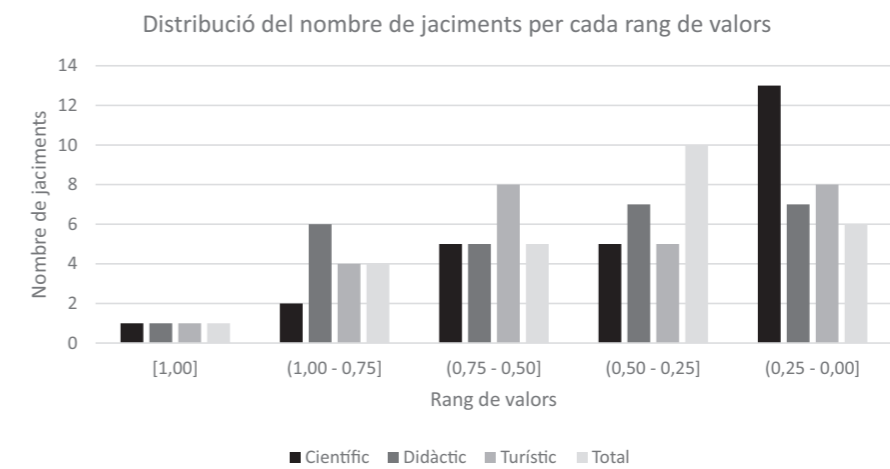


Figura 2. Gràfic de barres mostrant la distribució del nombre de jaciments per cada rang de valors.

Pel que fa als riscos (Figura 3), els jaciments més importants (amb abundants restes de vertebrats o insectes en conservació excepcional) són els que lògicament obtenen una puntuació més elevada, tant pel que fa al risc natural (erosió, especialment greu en zones costaneres i litologies toves com les que contenen els insectes), antròpic (facilitat d'espòli o ubicació en indrets que puguin ser afectats per l'acció humana), o total. Aquests, però, representen una fracció petita del total (11,5 % de jaciments amb un risc "elevat" o superior). El cas contrari és especialment evident en els jaciments del Triàsic en roques calcàries (TM#), els quals obtenen una puntuació especialment baixa per estar situats normalment en punts allunyats de la costa, esser molt resistents a l'erosió i contenir fòssils que es poden considerar banals.

Tot i que les mesures de protecció per als jaciments amb un valor i risc alt haurien d'esser pensades i planificades a mida segons cada cas, es poden establir alguns patrons generals. En primer lloc, en aquells que tenen un elevat risc de desaparició natural, principalment a causa de l'activitat erosiva dels fenòmens costaners, s'hi haurien de fer prospeccions rutinàries per veure si han aparegut noves restes en superfície que siguin susceptibles a esser destruïdes pels elements. Pel que fa als riscos antròpics, caldria incloure'ls dins qualche figura de protecció en front a possibles afectacions urbanístiques. També, de cara a evitar-hi l'espòli, s'hauria d'evitar de revelar la ubicació exacta dels jaciments, promoure la conscienciació de la població local perquè valori aquest patrimoni, i la formació dels agents de medi ambient perquè puguin realitzar-hi tasques de vigilància.

En l'annex d'aquest estudi es presenten, com a mostra, les fitxes dels cinc jaciments amb puntuació més elevada. En cap dels casos no s'indica la situació concreta damunt mapa, pels motius esmentats anteriorment.

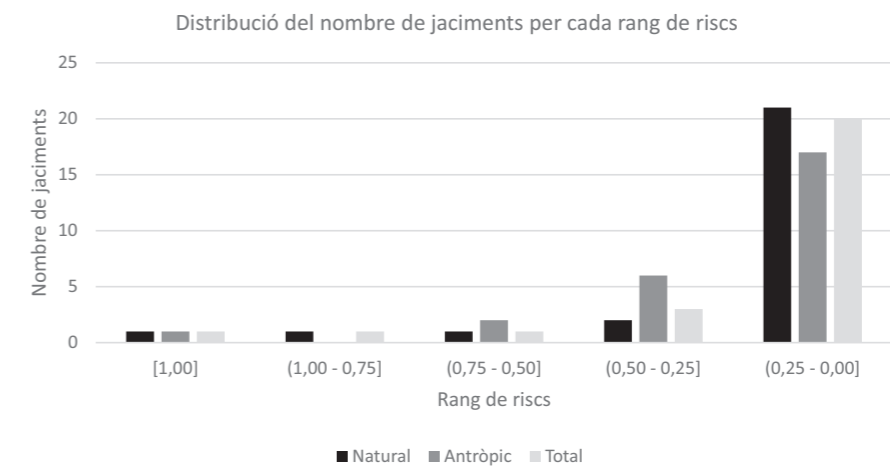


Figura 3. Gràfic de barres mostrant la distribució del nombre de jaciments per cada rang de riscos.

## CONCLUSIONS

La present investigació ha permès l'inventari, catalogació, descripció i valoració de tots els jaciments coneguts compresos entre els períodes Carbonífer i Triàsic de Mallorca, que coincidentment es troben tots a la serra de Tramuntana. S'ha calculat el valor científic, didàctic, turístic i total, i el risc de degradació natural, antròpic i total. Hi ha cinc jaciments que pel seu valor destaquen part damunt els altres: Racó de s'Algar-Punta d'en Pere Mir (Permià), Punta Negra-Barranc pedra Alta (Triàsic continental), Pedra Alta (Triàsic continental), Tenassa de sa Tanca (Triàsic continental) i Platja de son Bunyola-Ca la Gata (Permià). En general, això és perquè la seva exposició és molt bona, permetent una fàcil observació i interpretació, i també pel fet que contenen restes fòssils de conservació excepcionalment bona (insectes i peixos que conserven les parts blanques), o bé els fòssils de vertebrats més antics de Balears, en forma de restes òssies o fins i tot esquelets semiarticulats. Aquesta categorització permet de discriminar aquells jaciments amb una major necessitat de protecció, que es podria dur a terme mitjançant feines de prospecció habitual per a evitar la pèrdua natural de restes, la declaració de qualque figura de protecció de l'indret front l'urbanisme, i una major vigilància. Així, aquest estudi pretén esser una eina útil per a la gestió d'aquests jaciments, d'importància no només local sinó també internacional, per a conservar-los a llarg termini dins el marc del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana.

## REFERÈNCIES

Barón, A. (2007). *Informe propuesta de inventario y creación de la red de patrimonio geológico de las Islas Baleares para su protección y gestión*. Dirección General de Recursos Hídricos, Servicio de Estudios y Planificación. Govern de les Illes Balears, Conselleria de Medi Ambient; Palma. 39 pp.

Carcavilla, L.; López, J. & Durán, J.J. (Eds.) (2007). Patrimonio geológico y diversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. *Cuadernos del Museo Geominero*, 7: 1-360.

Galiana, R. (1979). Nuevos yacimientos malacológicos del Terciario continental de Mallorca. *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 23: 117-123.

García-Cortés, A.; Carcavilla, L.; Díaz-Martínez, E & Vegas, J. (2014). *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España; Madrid. 64 pp.

IGME (2023). *Base de datos de Lugares de Interés Geológico*. Instituto Geológico y Minero de España; Madrid. <http://info.igme.es/ielig/>

Matamales-Andreu, R. (2023). *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesi Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

Matamales-Andreu, R.; Oms, O.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2021a). Middle-Upper Triassic marine vertebrates of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Historical Biology*, 33(10): 2520-2533.

Matamales-Andreu, R.; Peñalver, E.; Mujal, E.; Oms, O.; Scholze, F.; Juárez, J.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2021b). Early-Middle Triassic fluvial ecosystems of Mallorca (Balearic Islands): Biotic communities and environmental evolution in the equatorial western peri-Tethys. *Earth-Science Reviews*, 222: 103783.

Matamales-Andreu, R.; Mujal, E.; Dinarès-Turell, J.; Kustatscher, E.; Roghi, G.; Oms, O.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2022). Early-middle Permian ecosystems of equatorial Pangaea: Integrated multi-stratigraphic and palaeontological review of the Permian of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Earth-Science Reviews*, 228: 103948.

Morey, B. (2008). El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 51: 229-260.

Morey, B. (2018). Cataloguing, characterization, valuation and management of the palaeontological heritage: a perspective from Majorca (Spain). *Geoheritage*, 10: 483-498.

Morey, B. (2020). *El patrimoni paleontològic de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i conservació*. Tesi Doctoral. Universitat de les Illes Balears; Palma. 1085 pp. (2 vols.).

Peñalver, E.; Matamales-Andreu, R.; Nel, A. & Pérez-de la Fuente, R. (2022). Early adaptations of true flies (Diptera) to moist and aquatic continental environments. *Papers in Palaeontology*, 8(6): e1472.

CODI P001

PALEOZOIC

PERMIÀ

CISURALIÀ?

### RACÓ DE S'ALGAR-ES TAMARELL

| VALOR CIENTÍFIC | VALOR DIDÀCTIC | VALOR TURÍSTIC | VALOR TOTAL | RISC NATURAL | RISC ANTRÒPIC | RISC TOTAL | EXTENSIÓ (M²) | MUNICIPI    |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|------------|---------------|-------------|
| 0,94            | 0,79           | 0,52           | 1,00        | 0,56         | 0,61          | 0,61       | 38.600        | Banyalbufar |

**Característiques del jaciment:** Aflorament costaner de difícil accés amb microbretxes, gresos i lutites vermelles. La seqüència és generalment molt poc fòssilífera, però a punts concrets la concentració i el caràcter de restes és excepcional. És un jaciment molt fortament afectat pels processos erosius costaners, provocant continuament la pèrdua de material.

**Contingut fòssilífer:** Els fòssils més abundants són potades de vertebrats (8 tipus), de vegades formant carrerans considerables, i restes de plantes (2 tipus) conservades com motlles naturals a la base de les capes de gres. Dins estrats concrets s'hi poden trobar restes òssies de vertebrats (2 tipus), que poden estar aïllades o bé encara articulades en forma d'esquelets semicomplets.

**Paleoambient:** Es tracta d'un medi continental; més concretament, una planera d'inundació al·luvial solcada per grans rius meandriformes. S'hi poden observar els dipòsits dels canals fluvials, basses temporals, desbordaments i planeres d'inundació. Les condicions eren estacionalment àrides; això es sap gràcies a l'abundància de crostapars (calcretes) i cruïres d'eixugament del fang.

**Aspectes singulars:** En primer lloc, un tret que fa que aquesta localitat sigui d'especial interès és la troballa de potades en nivells molt propers als que contenen els seus possibles productors. Aquest és un fet molt poc habitual en els jaciments paleontològics, que sols solen conservar un o l'altre tipus de resta. També és interessant pel fet de presentar abundants esquelets articulats de diversos vertebrats terrestres, que a més són els més antics de Balears. Finalment, és la localitat tipus (de referència) de dues espècies diferents.

#### Referències principals:

Matamales-Andreu, R. (2023). *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesi Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

Matamales-Andreu, R.; Mujal, E.; Dinarès-Turell, J.; Kustatscher, E.; Roghi, G.; Oms, O.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2022). Early-middle Permian ecosystems of equatorial Pangaea: Integrated multi-stratigraphic and palaeontological review of the Permian of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Earth-Science Reviews*, 228: 103948.



Panoràmica de l'aflorament.



Potades de captorrínid moradisaurí, *Hyloidichnus* isp.



Esquelet semicomplet d'un captorrínid moradisaurí, *Tramuntanasaurus tiaí*.

PUNTA NEGRA-BARRANC PEDRA ALTA

| VALOR CIENTÍFIC | VALOR DIDÀCTIC | VALOR TURÍSTIC | VALOR TOTAL | RISC NATURAL | RISC ANTRÒPIC | RISC TOTAL | EXTENSIÓ (M²) | MUNICIPI   |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 0,93            | 0,75           | 0,40           | 0,96        | 0,93         | 1,00          | 1,00       | 3.700         | Estellencs |

**Característiques del jaciment:** Aflorament costaner amb una part que es troba penjada a un penya-segat de molt difícil accés. Les litologies dominants són gresos vermells i blancs, i lutites vermelles i verdes. La seqüència és generalment poc fossilífera; les restes es concentren a nivells molt concrets. No obstant això, diversos d'aquests nivells constitueixen jaciments de conservació excepcionalment bona. És un jaciment molt fortament afectat pels processos erosius costaners, provocant contínuament la pèrdua de material.

**Contingut fossilífer:** La diversitat d'aquest jaciment és molt significativa, amb restes de plantes (2 tipus), rastres d'invertebrats (6 tipus), crustacis (3 tipus), insectes (7 tipus) i potades de vertebrats (4 tipus). Les plantes, crustacis i insectes apareixen dins les lutites verdes, mentre que els rastres d'invertebrats i vertebrats es troben dins els gresos vermells.

**Paleoambient:** És un medi continental corresponent a grans rius entrunyellats i planeres d'inundació associades, amb basses estacionals. A més dels dipòsits arenosos de canal, hi ha dipòsits de desbordament i zones lacustres. Les condicions climàtiques eren estacionals, alternant períodes més àrids amb d'altres de més plovers.

**Aspectes singulars:** L'aspecte més particular d'aquest jaciment és que alguns dels seus nivells són un "Fossil Lagerstätte", és a dir, un jaciment de conservació excepcionalment bona, amb restes de petits insectes exquisidament conservats. També hi ha potades de vertebrats, plantes i crustacis, i a més és la localitat tipus de dues formacions geològiques de referència regional i d'una espècie d'insecte.

**Referències principals:**

**Aristov, D. & Zessin, W. (2009).** *Mallorcagryllus hispanicus* n. gen. et sp. - eine neue Grylloblattide (Insecta: Grylloblattida: Blattogryllidae) aus dem Buntsadstein der Insel Mallorca, Spanien. *Virgo, Mitteilungsblatt des Entomologischen Vereins Mecklenburg*, 12(1): 30-34.

**Matamales-Andreu, R. (2023).** *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesi Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

**Matamales-Andreu, R.; Peñalver, E.; Mujal, E.; Oms, O.; Scholze, F.; Juárez, J.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2021).** Early-Middle Triassic fluvial ecosystems of Mallorca (Balearic Islands): Biotic communities and environmental evolution in the equatorial western peri-Tethys. *Earth-Science Reviews*, 222: 103783.



Panoràmica de l'aflorament.



Potades d'arcosauromorf, *Prorotodactylus mesaxonichnus*.

PEDRA ALTA

| VALOR CIENTÍFIC | VALOR DIDÀCTIC | VALOR TURÍSTIC | VALOR TOTAL | RISC NATURAL | RISC ANTRÒPIC | RISC TOTAL | EXTENSIÓ (M²) | MUNICIPI   |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1,00            | 0,48           | 0,10           | 0,91        | 1,00         | 0,34          | 0,77       | 50            | Estellencs |

**Característiques del jaciment:** Petit aflorament costaner limitat lateralment per falles i zones cobertes. Les litologies dominants són blanques, especialment argiles molt fines, i per tant molt fàcilment erosionables i disgregables. Les restes fòssils apareixen concentrades en nivells molt específics, però presenten una conservació excepcionalment bona. També té una importància històrica, en esser el primer jaciment descrit d'aquestes característiques a Mallorca.

**Contingut fòssilífer:** D'aquest aflorament s'ha documentat pol·len i espores (59 tipus), plantes (8 tipus), crustacis (1 tipus), insectes (9 tipus) i peixos (1 tipus). Tots aquests fòssils, amb una conservació excepcional, apareixen dins unes lutites verdes molt fines. Hi ha fòssils tan menuts com ous de mosquit de menys d'un mil·límetre, i els diferents insectes encara conserven el contingut del seu tub digestiu, donant informació sobre què s'alimentaven.

**Paleoambient:** El jaciment correspon als dipòsits de llacunes associades al desbordament de grans rius. Aquests ambients eren d'aigües tranquil·les i pobres en oxigen, el que va permetre una sedimentació fina i va impedir la descomposició dels organismes que hi queien.

**Aspectes singulars:** Com el cas anterior de TB002, aquest jaciment és un "Fossil Lagerstätte", és a dir, un jaciment de conservació excepcionalment bona, amb restes d'animals que conserven perfectament totes les parts blanques fins a un nivell de detall microscòpic. Això permet la visualització de molts de caràcters com els sistemes respiratoris dels insectes, donant informació sobre la seva biologia i adaptacions. És la localitat de referència a nivell mundial d'una espècie d'insecte i una de planta.

**Referències principals:**

**Matamales-Andreu, R. (2023).** *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesis Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

**Matamales-Andreu, R.; Peñalver, E.; Mujal, E.; Oms, O.; Scholze, F.; Juárez, J.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2021).** Early-Middle Triassic fluvial ecosystems of Mallorca (Balearic Islands): Biotic communities and environmental evolution in the equatorial western peri-Tethys. *Earth-Science Reviews*, 222: 103783.

**Peñalver, E.; Matamales-Andreu, R.; Nel, A. & Pérez-de la Fuente, R. (2022).** Early adaptations of true flies (Diptera) to moist and aquatic continental environments. *Papers in Palaeontology*, 8(6): e1472.



Panoràmica de l'aflorament.



Ninfa de moscard d'aigua (efemeròpter) *Triassonurus doliiformis*. Fotografia d'Enrique Peñalver.

TENASSA DE SA TANCA

| VALOR CIENTÍFIC | VALOR DIDÀCTIC | VALOR TURÍSTIC | VALOR TOTAL | RISC NATURAL | RISC ANTRÒPIC | RISC TOTAL | EXTENSIÓ (M²) | MUNICIPI   |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 0,72            | 0,67           | 0,54           | 0,80        | 0,21         | 0,00          | 0,13       | 6.500         | Estellencs |

**Característiques del jaciment:** Aflorament costaner molt inaccessible des de terra ferma, essent sols possible mitjançant cordes des del penya-segat. Les litologies dominants són els gresos blancs i roses a la part inferior, els gresos i lutites vermells a la part superior, i els carbonats marins al propi penya-segat. La seqüència continental és molt poc fòssilífera, consistint essencialment en microfòssils i restes vegetals indeterminades.

**Contingut fòssilífer:** Jaciment relativament poc divers, amb espores i pol·len (19 tipus), foraminífers (1 tipus) i crustacis (1 tipus).

**Paleoambient:** Aquest jaciment representa la transició entre uns sistemes fluvials entrunyellats a un ambient marí costaner, representat per planeres fangoses amb influència mareal. S'hi troben dipòsits de rius, planeres d'inundació, llacunes i canals mareals.

**Aspectes singulars:** És l'indret de Mallorca on es pot veure millor la transició entre les unitats fluvials continentals (fàcies "Buntsandstein") i les unitats marines somes (fàcies "Muschelkalk"). Per això mateix, és la localitat tipus d'una formació geològica formal.

**Referències principals:**

**Matamales-Andreu, R. (2023).** *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesi Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

**Matamales-Andreu, R.; Peñalver, E.; Mujal, E.; Oms, O.; Scholze, F.; Juárez, J.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2021).** Early-Middle Triassic fluvial ecosystems of Mallorca (Balearic Islands): Biotic communities and environmental evolution in the equatorial western peri-Tethys. *Earth-Science Reviews*, 222: 103783.



Panoràmica de l'aflorament, mostrant la part inferior de la seqüència.



Panoràmica de l'aflorament, mostrant la part superior de la seqüència.

PLATJA DE SON BUNYOLA-CA LA GATA

| VALOR CIENTÍFIC | VALOR DIDÀCTIC | VALOR TURÍSTIC | VALOR TOTAL | RISC NATURAL | RISC ANTRÒPIC | RISC TOTAL | EXTENSIÓ (M²) | MUNICIPI    |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|------------|---------------|-------------|
| 0,52            | 1,00           | 1,00           | 0,80        | 0,16         | 0,52          | 0,32       | 3.800         | Valldemossa |

**Característiques del jaciment:** Aflorament de molt fàcil accés, situat a una platja de còdols i a les cales adjacents. Les litologies dominants són els gresos i lutites vermells. La seqüència es troba molt ben exposada però és poc fossilífera, amb esporàdiques troballes de restes de grans vertebrats terrestres.

**Contingut fossilífer:** A més de traces de rels i rastres d'invertebrats, d'aquest aflorament en destaca la presència d'ossos de grans rèptils com els captorrínids moradisaurins (1 tipus), i d'altres animals indeterminats.

**Paleoambient:** Es tracta de dipòsits del canal d'un riu meandriforme i les planeres d'inundació associades, intensament afectades per processos de formació de sòls per part de diferents tipus de plantes. La remobilització d'aquests paleosòls durant episodis de fortes plogudes va generar dipòsits de microbretxes amb nòduls carbonatats: és on es conserven les restes òssies.

**Aspectes singulars:** Aquest jaciment té un clar interès des del punt de vista didàctic i turístic, gràcies a la seva fàcil accessibilitat, combinat amb l'interès científic de les restes que s'hi han trobat. Es pot emprar per fer divulgació de la paleontologia i geologia a qualsevol nivell, gràcies a la bona exposició dels estrats. També és rellevant per esser el primer jaciment d'aquesta edat a Mallorca on es va documentar una resta òssia identificable de vertebrat. A més, és la localitat tipus d'una formació geològica.

**Referències principals:**

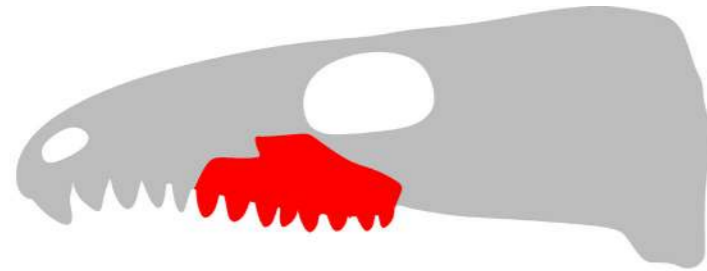
Liebrecht, T.; Fortuny, J.; Galobart, A.; Müller, J. & Sander, P.M. (2017). A large, multiple-tooth-rowed captorhinid reptile (Amniota: Eureptilia) from the Upper Permian of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 37(1): e1251936.

Matamales-Andreu, R. (2023). *Permian and Triassic ecosystems of the Gymnesic Islands (western Mediterranean)*. Tesi Doctoral. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona; Cerdanyola del Vallès. 752 pp.

Matamales-Andreu, R.; Mujal, E.; Dinarès-Turell, J.; Kustatscher, E.; Roghi, G.; Oms, O.; Galobart, À. & Fortuny, J. (2022). Early-middle Permian ecosystems of equatorial Pangaea: Integrated multi-stratigraphic and palaeontological review of the Permian of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Earth-Science Reviews*, 228: 103948.



Panoràmica de l'aflorament.



10 mm

Fragment de maxil·la d'una espècie desconeguda de captorrínid moradisaurí.

Aquest treball ha estat guardonat a la primera edició dels Premis d'investigació i recerca Serra de Tramuntana Patrimoni Mundial.

Palma, 2023

