

Elements geomorfològics associats a l'antiforme de Marratxí i l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears)

Jaume SERVERA-NICOLAU i Bernadí GELABERT

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Servera-Nicolau, J. i Gelabert, B. 2022. Elements geomorfològics associats a l'antiforme de Marratxí i l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 65: 155-183. ISSN 0212-260X. e-ISSN 2444-8192. Palma.

L'antiforme de Marratxí i l'antiforme del Puig de Son Seguí, formen el conjunt anticlinori considerat com el llinard que separa les conques sedimentàries d'Inca i Palma. Aquests nous relleus d'edat Plioquaternària, estan condicionats per falles profundes que deformen els materials calcaris neògens i constitueixen una clara evidència de la important activitat neotectònica que tenim a l'illa de Mallorca. La formació d'estructures tectòniques sempre implica un acomodament, amb un major o menor grau, del relleu primogenit a la nova situació topogràfica. El Puig de Son Seguí, el punt més alt de tota la zona analitzada, ha sofert un aixecament de més de 150 m a la zona, respecte de l'altiplà adjacent preexistent. El resultat des d'un punt de vista geomorfològic ha sigut divers segons la morfogènesi implicada. Directament com relleus estructurals, el resultat són unes formes de dom el·líptics dels quals sen deriven formes de relleu estil jurassià. Entre una i altre estructura tectònica, els processos de deformació ha tingut uns resultats contraposats, mentre l'antiforme de Marratxí el nucli ha sigut esventrat i el materials del Neogen han sigut posteriorment erosionats, el nucli de l'antiforme del Puig de Son Seguí (del Miocè Terminal) es manté voluminós i compacte. Com a comú denominador que envolta les dues estructures, trobem la deformació de la sèrie del Pliocè. Aquesta presenta una dislocació que ha donat com resultat tot un seguit de plataformes que constitueixen uns relleus monoclinals amb diferents orientacions i cabussaments, com és el cas del Puig de Santa Eugènia.

Paraules clau: *Geomorfologia, neotectònica, antiforme, falla direccional, relleu estil jurassià, Neògen, Plioquaternari, Mallorca, Marratxí, Santa Eugènia.*

GEOMORPHOLOGICAL ELEMENTS ASSOCIATED WITH THE MARRATXÍ ANTIFORM AND THE PUIG DE SON SEGUÍ– PUIG DE SANTA EUGÈNIA ANTIFORM (MAJORCA, BALEARIC ISLANDS). The antiform of Marratxí and the antiform of Puig de Son Seguí, form the anticline set considered as the threshold that separates the sedimentary basins of Inca and Palma. These new reliefs of the Plio-Quaternary age are conditioned by deep faults that deform the Neogene limestone materials and constitute a clear evidence of the important neotectonic activity that we have on the island of Mallorca. The formation of tectonic structures always implies an adaptation, to a greater or lesser degree, of the firstborn relief to the new topographic situation. The Puig de Son Seguí, the highest point in the whole area analyzed, which has been raised by more than 150 m in the area with respect to the pre-existing adjacent plateau. The results from a geomorphological point of view have varied according to the morphogenesis involved. Directed as structural reliefs, the result is elliptical dome shapes from which Jurassic-style relief forms are derived. Between one tectonic structure and another, the deformation processes have had opposite results, while the Marratxí antiform has been gutted and the Neogene materials have subsequently been eroded, the nucleus of the Puig de Son Seguí

antiform of the Miocene. Terminal is kept voluminous and compact. As a common denominator that surrounds the two structures, we find the deformation of the Pliocene series. This has a dislocation that has resulted in a series of platforms that constitute monoclinic reliefs with different orientations and dives, as is the case of the Puig de Santa Eugènia.

Keywords: *Geomorphology, neotectonics, antiform, directional fault, Jurassic style relief, Neogene, Plio-Quaternary, Mallorca, Marratxí, Santa Eugènia.*

Jaume SERVERA-NICOLAU, C/ La Garriga, 23. 07141 Pòrtol-Marratxí, Mallorca, Illes Balears. E-mail: jaumeserveranicolau@gmail.com ; Bernadí GELABERT, Dpt. de Biologia, Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa, km 7,5, 07122, Palma, Mallorca, Illes Balears. E-mail: bernadi.gelabert@uib.es

Recepció del manuscrit: 20-06-2022; revisió acceptada: 12-07-2022; publicació online: 25-07-2022.

Introducció

Qualsevol unitat de superfície terrestre i gairebé a qualsevol escala, és el resultat d'un o més processos complexos de modelat. No obstant, els processos són de naturalesa diversa, controlats per un conjunt d'elements determinats que, la seva variabilitat en l'espai i el temps, poden fer del modelat de cada lloc un resultat un tant específic. Ens val un bon exemple, el fet que les forces internes de la litosfera, en una zona determinada, puguin modificar les condicions topogràfiques subaèries, també poden induir amb el temps a baratar l'orientació i el recorregut de les pròpies xarxes de drenatge superficial d'aquests territoris. No obstant, si els agents externs de modelat són persistents i prou efectius, el recorregut i orientació de les xarxes de drenatge poden persistir en els seus trets primigenis, mostrant una efectivitat i capacitat d'encaix en els joves relleus emergits, que denota una major efectivitat de la dinàmica fluvio-torrencial que la pròpia de la neotectònica.

Els antiformes de Marratxí i Puig de Son Seguí – Santa Eugènia, que foren descrits com estructures compressives anòmales, incoherents dintre de la tectònica extensiva imperant, constitueixen un anticlinori que actua de llindar

topogràfic entre la conca sedimentària d'Inca i la de Palma (Benedicto *et al.*, 1993). Tant un com l'altre conjunt estructural presenten una direcció dels seus eixos NW-SE, el que implica que han sigut esforços NE-SW els que han originat el seu aixecament. Malgrat aquest tret comú, la fisiografia actual de les dues estructures mostren unes unitats de relleu força diferenciades entre si; així que, en la mesura del possible i d'ara en davant, tractarem per separat la unitat de l'antiforme de Marratxí i la unitat de puig de Son Seguí – Santa Eugènia. Així facilitarem la interpretació de les transformacions geomorfològiques que han sofert al llarg de la seva evolució tectònica. Ambdues estructures ja han sigut objecte directe o indirecte d'un considerable nombre de treballs, encara que la majoria han sigut enfocats amb una perspectiva més estratigràfica o estructural, quedant sempre els elements geomorfològics actuals en un segon terme. Així doncs, l'objecte del nostre treball és poder ressaltar una descripció geomorfològica de les formes i processos dinàmics que han esdevingut com a conseqüència de la neotectònica plioquaternària fins als nostres dies a l'esmentada contrada marratxinera i taujana (Fig. 1).

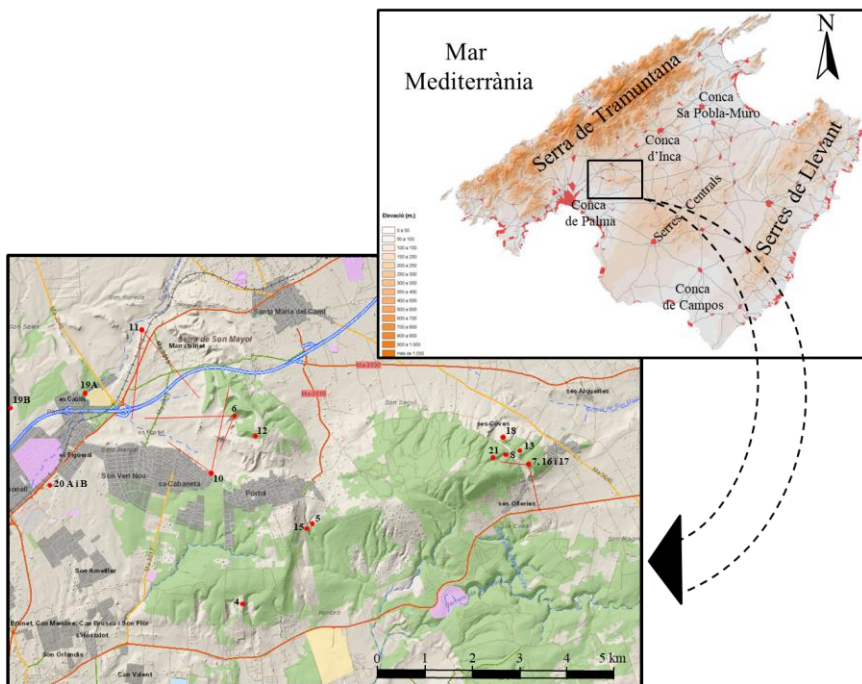


Fig. 1. Localització de l'àrea d'estudi i localització geogràfica de les fotografies citades en aquest treball.

Fig. 1. Location of the study area and geographical location of the photographs cited in this work.

Àrea d'estudi

Les dues estructures de relleu que analitzem, emmarquen el seu aixecament vertical en una edat Plioquaternària. No obstant, si hom centra la seva atenció i compara el grau de desmantellament de les dues estructures, pareix que l'antiforme de Marratxí dur una certa avantatge temporal al seu homònim veí del Puig Son Seguí – Santa Eugènia. Malgrat tot, el que si apunta bastant probable és que ambdues estructures tinguin en comú ser el resultat del desplaçament direccional de la falla de Sencelles (Giménez i Gelabert, 2002; Giménez, 2003; Mas, 2013; Mas *et al.*, 2014); encara que, altres autors com Silva *et al.* (1998), pel que fa a l'antiforme marratxiner, apunta a que respon a

antigues estructures frontals de desmantellament lligades a rampes laterals convergents NWN, dels sistemes d'encavalcaments que configuren la pròpia Serra de Tramuntana.

Com és ben conegut a l'illa de Mallorca, la fase compressiva alpina, va estructurar els materials mesozoics i paleògens al llarg de tot el Miocè inferior, procés que dona lloc al relleus (*horsts*) de la Serra de Tramuntana, les Serres de Llevant i, entre elles, els relleus de menor entitat que configuren el sistema Central. Al mateix temps, es definien les depressions de Palma, Inca, sa Pobla, Campos i Manacor (*grabens*). Cada una d'aquestes unitats de relleu estan estructurades per un important conjunt d'encavalcaments disposats NE-SW i amb

direccions de transport clarament cap NW (Gelabert *et al.*, 1992). Després de l'etapa compressiva la va succeir una de caràcter extensiva, que ha perdurat des del final de l'orogènia Alpina fins gairebé a l'actualitat. No obstant, treballs com els de Giménez i Gelabert (2002), Giménez (2003) o Sánchez-Alzola (2014) posen de manifest que la distensió neògena avui ha finalitzat i la deformació cortical ha passat a caracteritzar-se per un règim propi d'un camp d'esforç d'esqueix amb moviments de tipus més direccionals.

Però fou en el context estructural extensiu, quan es va definir el solc sedimentari neogen-quaternari amb una direcció SW-NE. Aquest es va encaixar entre la serra de Tramuntana i la depressió central de Mallorca i amb un recorregut continu entre la badia de Palma fins a la badia d'Alcúdia. El solc sedimentari, per la seva vessant meridional queda ben delimitat per les falles normals de Sencelles i la de Sineu-Algaida (Benedicto, 1994), ambdues estructures assignades a la darrera fase extensiva post-alpina. A finals del Pliocè o principi del Quaternari, com a conseqüència de l'emersió de dues complexes estructures orientades NW-SE, el solc que fins aleshores era un es va compartimentar amb tres conques alineades: la de Palma, la d'Inca i la d'Alcúdia, interferint la sedimentació neògena (Silva *et al.*, 1998). És precisament en el llinar que separa les conques de Palma i la d'Inca, constituït pels relleus de l'anticlinori format per les estructures de l'antiforme de Marratxí i el seu homòleg del puig de Son Seguí – Santa Eugènia, on centrem l'atenció del nostre treball (Fig. 2).

La unitat de l'antiforme de Marratxí

El complex antiforme de Marratxí, obert i amb una geometria de forma

ovalada, ha donat lloc a una orografia, que molt bé es podria anomenar com la serralada de Marratxí, formada per petits serrals que presenten uns modestos, però marcats relleus, arribant al 229 m d'alçada el sector més elevat de Can Parrisco. Aquesta estructura antiforme té el seu eix central desplaçat lleugerament cap el NE, presentant dues meitats definides per una clara asimetria entre el seu vessant meridional i el vessant septentrional (Fig. 2 i 3).

El vessant més meridional, l'altiplà de Pòrtol – sa Cabaneta, capbussa suaument (8-10°) cap el SW (Silva *et al.*, 1998; Servera, 2021). Presenta una plataforma assentada de forma discordant sobre materials margosos i conglomerats del Miocè inferior i mitjà (Burdigalià-Serraval·lià anteriorment estructurats). No obstant, la plataforma o altiplà està construït per tota la seqüència de materials corresponents a l'etapa transgressiva del Pliocè. Així tenim que als cingles meridionals, situats a cotes menors uns 120 m sobre el nivell de la mar actual, presenten a la base les Calcisiltites de Son Mir (marges i limolites) del Pliocè inferior, i, cap a sostre, passen a la unitat de Calcarenites de Sant Jordi (calcarenites bioclàstiques) (Fig. 4), per a culminar, a segons quins sectors interiors i a les cotes més elevades de l'altiplà, amb dipòsits de cordons dunars d'edat plio-pleistocena, corresponents ja a la fase regressiva del Pliocè (Fig. 5). Per altra part, els cingles septentrionals de la plataforma, que donen lloc als límits nord-est de les poblacions de Pòrtol i sa Cabaneta, les calcarenites de Sant Jordi del Pliocè superior es troben de forma discordant sobre margues grises-verdoses ben estratificades corresponents a la formació de Margues de Pina del Miocè mitjà (Mas, 2015). Al vessant de ponent de l'antiforme, la plataforma de forma suau i

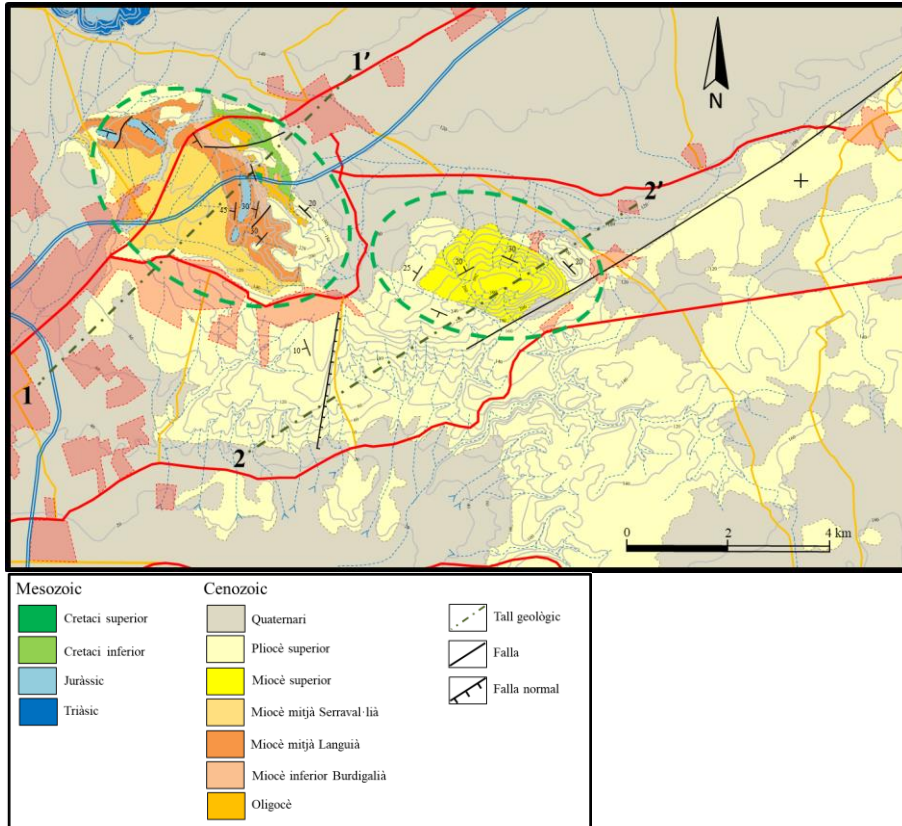


Fig. 2. Mapa Geològica.
Fig. 2. Geological map.

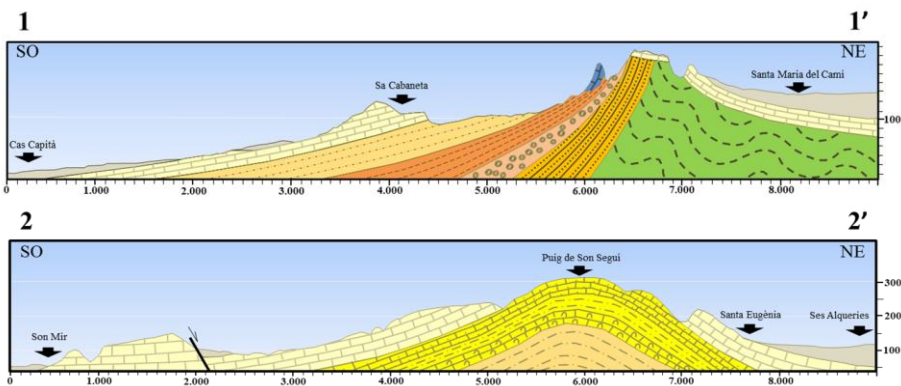


Fig. 3. Talls geològics de l'antiforme de Marratxí (1-1') i de l'antiforme del Puig de Son Seguí (2-2'). La llegenda i localització del talls veure Fig. 2.
Fig. 3. Geological sections of the Marratxí antiform (1-1') and the Puig de Son Seguí antiform (2-2'). The legend and location of the cuts see Fig. 2.



Fig. 4. Barranc Nou sector meridional de la plataforma Pòrtol – sa Cabaneta. Es pot observar des del cantell superior les calcarenites de Sant Jordi fins les calcisiltites de Son Mir cap a la fons de la vall. Tota la sèrie completa del Pliocè.

Fig. 4. Barranc Nou southern sector of the Pòrtol – sa Cabaneta platform. You can see from the upper edge the calcarenites of Sant Jordi to the calcisiltites of Son Mir towards the bottom of the valley. The entire Pliocene series.



Fig. 5. Barranc de la Tanca des Voltor, dipòsits d'eolianites del sistema dunaer plioquaternari assentat a la part superior de la plataforma de Pontiró (Sud-oest del Puig de Son Seguí).

Fig. 5. Barranc de la Tanca des Voltor, eolianite deposits from the Plio-Quaternary dune system located at the top of the Pontiró platform (south-west of the Puig de Son Seguí).

progressiva contacta amb el llindar nord-oriental de la depressió de Palma passant a ser coberta per dipòsits d'al·luvions quaternaris fins topar amb el recorregut del torrent de Coanegra o també conegut, en aquest tram, com el torrent de ses Mates.

A la contraposada meitat septentrional, els materials es presenten molt més verticals, capbussant (15-35°) cap nord-est i contactant amb el llindar sud-occidental de la conca d'Inca (Silva *et al.*, 1998) (Figs. 2 i 3). En aquest flanc septentrional de l'estructura antiforme, el Pliocè només

presenta la unitat de Calcarenites de Sant Jordi, que a la part superior axial, es troba posicionada sub-horitzontal amb discordança sobre materials sintectònics margosos del Burdigalià marí del Miocè inferior. No obstant, a la seva meitat més exterior, els materials plioquaternaris, també de forma discordant, es troben sobre materials Mesozoics margues del Cretàcic i olistòlits calcaris del Juràssic que configuren el nucli de la estructura (Del Olmo *et al.*, 1991a).

Entre les dues meitats septentrional i meridional s'obri cap el NW la vall de Ses Clotes – Son Cos i que evidència l'esventrament i buidat per erosió remuntat de la part més interior del nucli de l'estructura general antiforme (Silva *et al.*, 1998) (Fig. 6).

La unitat de l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia

La unitat de l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia presenta un eix NW-SE i són elevacions que es situen al SE de l' antiforme de Marratxí, donant lloc al tancament més meridional de conca sedimentària de Palma respecte de la cubeta d'Inca (Fig. 2). En una acurada descripció del Neogen de la contrada de Santa Eugènia, Morey i Mas (2009) adverteixen de l'aixecament anormal de materials del Messinià (Miocè superior) fins a una cota de 320 m al puig de Son Seguí i del Pliocè fins a 240 m al puig de Santa Eugènia (Fig. 3B). Els autors el valoren com un tret insòlit, dins del context estructural del Neogen superior de Mallorca, la presència de materials atribuïts al Miocè terminal i de la sèrie pliocena fins a cotes tan elevades. Tot



Fig. 6. Visió parcial cap el NE de ses Clotes. Formació d'una Comba configurada per l'esventrament de l'antiforme de Marratxí. Al fons sobre l'escaló topogràfic el nucli urbà de sa Cabaneta.

Fig. 6. Partial view to the NE of Ses Clotes. Formation of a Combe configured for the gutting of the Marratxí antiform. In the background on the topographic step, the town of Sa Cabaneta.

plegat, consideren que aquest fet és un indicatiu més que indica, que a partir del final del Miocè i fins el Quaternari, la zona ha vingut aixecant-se donant lloc a l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia, igual que el seu veí antiforme de Marratxí una evidència de neotectònica Pliocuatèrnaria (Fig. 7).

Aquesta estructura presenta una geometria ovalada com l'antiforme de Marratxí, però, a diferència d'aquest, constitueix un relleu més massís i d'una major alçada sobre una extensió menor, superant al seu veí en uns 90 m d'altitud. Una altra diferència entre ambdues estructures la trobem en els materials que hi afloren i formen els seus nuclis. Al puig de Son Seguí, el cor central i més elevat del relleu, el resumeixen les margues i calcàries oolítiques del Complex Carbonàtic Terminal del Miocè superior. Tots aquests materials queden emmarcats en una clara orla formada pels materials del Pliocè superior. Tant d'uns, com els altres materials, pel que fa als materials coetanis a Mallorca, aquests són clarament els que estan posicionats a les cotes més altes de tots els que afloren a Mallorca. Tot seguit cal fer esment d'un petit destall, tal com apunten en el seu treball Morey i Mas (2009) i com apunt estratigràfic, el Miocè que aflora al Puig de Son Seguí

només és del Messinià i no aflora el Serraval·lià tal com es grafia en el *Mapa Geològic de España 1:50.000* al full 699 de Porreres.

L'orla pliocena que aflora als voltants del puig de Son Seguí està formada per la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi (Pomar *et al.*, 1983) que, amb un trànsit gradual i amb un gradient cap a sostre, les unitats inferiors passen de dipòsits marins a eolianites. El camí de pujada al puig de Son Seguí per Can Sineu (vessant NW), aprofita la incisió d'un barranc que ens proporciona un perfil bastant complet del Miocè Terminal; on es pot observar que tot es troba afectat i deformat per acció de la tectònica local de plegament anticlinal, formant i seguint els estrats la forma de la topografia del puig (Morey i Mas, 2009) (Fig. 8).

Segons apunta la proposta de Mas (2012) en el seu treball sobre els efectes del desplaçament direccional sinistra de la falla de Sencelles, els mecanismes que poden haver actuat en l'aixecament de l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Santa Eugènia, es correspon amb una estructura transversal de plans de fracturació verticals en una disposició de flor positiva (*push-up*) pel xoc direccional. En contra partida, a la zona del torrent de Vinagrella – Llubí es donaria la presència



Fig. 7. Visió sud-oriental del relleu de l'antiforme del Puig de Son Seguí, presa des del Puig de Santa Eugènia. Entre els dos relleus el sector meridional del Comellar des Rafal.

Fig. 7. South-eastern view of the relief of the antiform of the Puig de Son Seguí, hurry from the Puig de Santa Eugènia. Between the two reliefs the southern sector of the Comellar des Rafal.

de mecanismes de formació de segments de separació (estructura *pull-part*). Tot plegat, constataria que la falla de Sencelles, inicialment de tipus normal, a partir del Pliocè ha sofert una inversió tectònica cap a una falla tipus direccional amb un desplaçament lateral d'ordre d'hectòmetres.

D'altra banda, els tremolors del terra com conseqüència de l'activitat sísmica a la zona, també apunten en la direcció d'una neotectònica recent a la contrada que analitzem. El terratrèmol d'intensitat VII del 15 de maig de 1851, és el major i el més destructiu dels quals es té constància documental a les illes Balears (Grimalt, 1992). Es produí entorn de les 2 de la matinada i el seu epicentre es localitzà entre Pòrtol i Santa Eugènia i relacionat amb l'activitat de la falla de Sencelles (Silva *et al.*, 2001). Malgrat tot, els efectes més significatius es produïren a Ciutat on, dintre el conjunt d'edificis singulars afectats es troba com a destacat una de les torres que coronaven la façana

de la Seu que es va esbucar i la segona quedà força malmesa. No obstant, aquest fenomen es pogué apreciar a la major part dels municipis de Mallorca. La màxima destrucció es produí al terme de Marratxí i especialment al lloc de Sant Marçal on, una de les rèpliques que el varen succeir (el 7 de juny de 1851 amb intensitat VI), també enfonsaren la façana de la seva Església i es produïren destrosses importants a Santa Eugènia, sa Cabaneta i Pòrtol. En general fou sentit amb elevada intensitat tant a la cubeta sedimentària de Ciutat com dins de la cubeta sedimentària d'Inca, especialment al poble de Santa Maria (Silva *et al.*, 2001). Malgrat que amb una major o menor intensitat és va sentir gairebé per tota l'Illa, les sacsejades es varen veure abruptament atenuades a l'est de la línia marcada per la traça de la falla de Sencelles (Silva *et al.*, 2001), no es va sentir a Artà i no es tenen dades sobre si es va sentir cap a Inca, però en canvi es va sentir amb una intensitat III MSK a l'illa de Cabrera.



Fig. 8. Vessant meridional del barranc de pujada al Puig de Son Seguí per Can Sineu. S'observa la deformació tectònica i cabussament dels materials del Miocè Terminal a favor del pendent.

Fig. 8. Southern slope of the ravine up to the Puig de Son Seguí by Can Sineu. The tectonic deformation and dip of the materials of the Miocene Terminal in favor of the slope are observed.

Antecedents

De l'àrea d'estudi no trobem gaire treballs que facin una anàlisi geomorfològica de la contrada. No obstant, si que es trobem alguns treballs on els seus autors recalen en destacar algun tret geomorfològic, malgrat que, quasi en exclusivitat, fent referència a l'evolució de l'antiforme de Marratxí. No obstant, per l'Antiforme del Puig de Son Seguí – Santa Eugènia, no hem trobat en la recerca bibliogràfica cap menció destacable pel que fa a la seva descripció geomorfològica; en canvi, si que pareix tenir una major consideració des del punt de vista estructural i estratigràfic.

Grimalt i Rodríguez-Perea (1994) són els autors d'un article on es fa una descripció de les unitats morfològiques de la depressió posttectònica de Palma, analitzant la seva dinàmica i implicacions estructurals. Aquests defineixen pel llindar nord-oriental de la depressió palmesana, una sèrie de trets geomorfològics relacionats amb el rejuveniment del relleu per la implicació directe de l'antiforme de Marratxí. N'és molt destacable la consideració com a un curs precedent el torrent de Coanegra que té la seva capçalera al cor de la Serra de Tramuntana. Aquest curs travessa l'eix central de l'estructura antiforme (SE-NW) de manera perpendicular (NE-SW), moment on se li junta com a tributari la síquia de ses Clotes que drena l'interior del nucli esventrat i erosionat de l'antiforme. En el mateix treball, els autors remarquen la disposició centrífuga de la resta de la xarxa torrencial que drena tots els vessants de l'estructura de l'anticlinal, fet que reforça l'argument del caràcter precedent del torrent de Coanegra.

Silva *et al.* (1998) dugueren a terme per la seva part un treball on presenten un esbós del principals trets geomorfològics, l'estat de desmantellament actual i l'estructuració inferida de subsòl de l'estructura antiforme de Marratxí. L'article aporta interessants detalls en la descripció geomorfològica superficial de l'estructura, que el classifica com un relleu juràssic obert donant lloc a una comba (la contrada de Marratxinet, Son Cos i ses Clotes). No obstant, el més interessant i destacable d'aquesta feina, pot ser sigui el plantejament de l'evolució de l'actual curs torrencial de Coanegra. En aquest sentit, qüestionen el seu caràcter precedent definit amb anterioritat per Grimalt i Rodríguez-Perea (1994). Silva *et al.* (1998) interpreten que l'actual recorregut del torrent de Coanegra, és el resultat, simplement, d'un procés de captura per erosió remuntant, i per tant posterior a la formació de la flexura de l'Antiforme de Marratxí. Aquesta interpretació la fonamenten en dos grups d'arguments: en primer lloc, que el torrent de Coanegra, just a la sortida de la Serra de Tramuntana, ha desenvolupat un potent ventall al·luvial que ha adaptat els seus dipòsits al flanc NE de l'antiforme, indicant que l'actual drenatge cap a la depressió de Palma fou obturat durant gran part del Pleistocè, segons els autors. També indiquen que voltant tot l'extrem NW de l'Antiforme i drenant en direcció cap a la conca de Palma, existeix un canal (actual torrent de Son Salas) que citen com un curs abandonat i lleugerament encaixat en els dipòsits al·luvials més antics de la conca de Palma. Aquests autors interpreten aquest "paleocanal" com l'antic curs del torrent de Coanegra que, en el seu moment, va haver de circumval·lar l'antiforme per poder drenar cap a la conca

de Palma, ja que la nova estructura de relleu i els propis dipòsits del ventall a peu de Serra de Tramuntana li impedièn el seu drenatge cap a la conca d'Inca. En segon lloc, argumenten que el torrent de Coanegra, una vegada superat el relleu de l'anticlinal i arribat a la vora topogràfica de la depressió de Palma, desenvolupa un ventall al·luvial format per dos cossos sedimentaris diferenciats. Un primer cos, inferior i més antic, estaria format per còdols dels propis materials que constitueixen el nucli de l'antiforme i calcarenites, mostrant una baixa presència de còdols calcaris juràssics. S'interpreta la formació d'aquest dipòsit com un moment de desconexió del torrent de Coanegra amb la Serra de Tramuntana. El segon cos, que es troba superposat al primer, defineix la topografia actual del sector. Sempre segons els autors, aquest segon ventall fossilitza la zona terminal del torrent de Son Salas, que interpreten com el paleocanal que en el seu moment fou utilitzat pel torrent de Coanegra per rodejar l'antiforme pel seu extrem NW. A més, i des d'un punt de vista litològic, en aquest cos superior dominen els còdols i bretxes juràssiques, fet que pot argumentar la seva recent connexió amb la Serra de Tramuntana.

Servera (2021) analitza i descriu la geomorfologia de l'altiplà de Pòrtol-sa Cabaneta, sector que constitueix la meitat meridional de l'orla de calcarenites pliocenes que envolta l'Antiforme de Marratxí. En els resultats, donada la naturalesa carbonatada del rocam de la contrada, destaca la presència d'un carst de clima semiàrid a la zona i la gran varietat de formes de dissolució que aquest presenta. D'altra banda, també apunta la importància i implicació que té la tectònica recent en l'evolució i efectivitat de diferents morfogènesis en el modelat

d'aquesta zona, però també en ressalta l'important paper sobre l'organització i distribució de la xarxa de drenatge superficial.

Materials i mètodes

En el present treball, el reconeixement, avaluació i descripció de les morfogènesis implicades i les formés que hi són presents a la nostra àrea d'estudi, s'ha duit a terme realitzant una feina de camp i, al temps, que s'han vingut utilitzant diferents fonts i eines d'informació:

- Pel que fa a la informació geològica s'han emprat les memòries i els fulls 698/723(IV) i 699 del *Mapa Geològic de España* 1:50.000 publicat per l'*Instituto Tecnològic Geomínero de España*.
- Gran part de la base cartogràfica utilitzada s'ha obtingut del Visor General *on line* de la Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears IDEIB. No obstant, també s'ha utilitzat els fulls corresponents del *Mapa Topogràfic Nacional de España* 1:25.000.
- Per tal d'emmarcar la implicació dels aspectes estructurals de l'anticlinori en l'evolució geomorfològica de la zona d'estudi, s'ha definit la xarxa de fractures que és aprofitada pel drenatge actual de la zona d'estudi. En aquest sentit s'ha analitzat l'orientació de cada segment de dita xarxa en el sentit que corre l'aigua.
- S'ha realitzat una intensa revisió bibliogràfica del que s'ha publicat entorn de la zona d'estudi sobre la seva Geologia i Geomorfologia. Així ha permès partir d'una base d'interpretació el més sòlida possible per definir quins són o ha sigut els factors determinants i condicionants a l'acció de modelat. Igualment, s'ha consultat d'altres bibliografies amb continguts adients al

nostre interès, igual que fonts orals amb la intenció de localitzar indrets i aspectes que s'han trobats citats a la bibliografia consultada, etc.

- Tota la recerca i l'anàlisi de gabinet, s'ha complementat amb una intensiva i sistemàtica feina de camp.

Resultats

Sense cap mena de dubte, des d'un punt de vista geomorfològic, el més destacable, i tal vegada més espectacular, a l'àrea d'estudi ha sigut la formació i aixecament dels relleus plioquaternaris que individualitzen la conca d'Inca de la depressió de Palma (Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994; Mas, 2012; 2013; Mas *et al.*, 2014). D'aquest fet en són les evidències, per un costat, l'antiforme de Marratxí, que culmina amb una cota de 229 m d'alçada a la serra de Can Parrisco – sa Vileta i, per l'altre, l'antiforme que dona lloc al Puig de Son Seguí i el Puig de Santa Eugènia i que assoleixen 319 m i 243 m d'alçada respectivament. Ambdós conjunts de relleus estructurals, molt propers geogràficament un de l'altre, comparteixen alguns trets del seu modelat actual; no obstant, també hi trobem diferències considerables i remarcables, molt lligades a les litologies que hi afloren i, també, pels mateixos processos de deformació esdevinguts per la neotectònica soferta.

Modelat estructural

L'antiforme de Marratxí

L'antiforme de Marratxí és el que presenta una major complexitat geomorfològica a l'hora de descriure el conjunt de les formes existents, ja que estem parlat d'un relleu d'estil jurassià. A l'entorn de la xarnera, la disposició interna prèvia dels materials i la intensa

fracturació a la que degueren ser sotmesos en el plegament de la recent compressió plioquaternària, ha facilitat l'esventrament i el posterior desmantellament del seu nucli central. El resultat, ha sigut l'obertura d'una comba “*combe*” cap NW (Ses Clotes), coincidint de forma paral·lela amb la direcció de l'eix anticlinal (Fig. 9) i la constitució d'una aureola de relleus que l'envolta (Fig. 10).

A una gran part de l'interior de la coma resultant afloren bàsicament materials tous, formats per margues del Languià i Serraval·lià. La feblesa d'aquests materials fou decisiu en el seu moment per l'erosió i ràpid buidat de la nova coma. Així, a mesura que l'erosió remuntat anava excavant i facilitava el sediment a una xarxa de drenatge poc definida, aquesta ha anat abocant el seu cabdal al torrent de Coanegra que, aigües avall i just sortir d'àrea d'influència de la deformació tectònica, va anar depositant en un important sistema de ventall al·luvial que, a dia d'avui, encara cal considerar-lo actiu.

A tota la part sud-occidental de la coma de ses Clotes queda delimitada per un escaló topogràfic (Fig. 11), d'entre uns pocs metres a un màxim de quinze metres d'alçada. Conegut localment per ses Timbes, es correspon amb el cantell superior de la plataforma monoclin de Pòrtol – sa Cabaneta que dona lloc a un relleu tipus *cuesta* que cabussa suaument cap el SW en direcció a la depressió de Palma (Silva *et al.*, 1998; Servera, 2021). Aquesta plataforma, sobre la que s'han establert en el seu cantell septentrional les poblacions de Pòrtol i de sa Cabaneta, la formen les calcarenites del Pliocè Superior que s'assenten amb una contacte discordant sobre els materials margosos tous del Serraval·lià que afloren a l'interior de la coma de ses Clotes. A llarg del contacte d'aquest dos materials, des de

Pòrtol fins Can Parrisco – sa Vileta, apareixen tot un seguit de nombroses petites cavitats horitzontals i balmes on el seu periòdic esfondrament són l'objecte del control del retrocés dels espadats. La seva dinàmica és simple, existeix un progressiu descalçament de les calcarenites a la seva base (balma) per l'erosió remuntat de les margues miocenes i la feina de sapa que realitza la meteorització química i l'abradió eòlica. Al seu cop, la intensa fracturació i diaclasament que presenten aquests

materials, a més, afavorida per processos de carstificació, amb el temps, provoca la desestabilització i el posterior col·lapse dels sostres de les cavitats i de les balmes (Fig. 12). Tot plegat, es generen enderroc i blocs de més o menys considerables dimensions que, per gravetat, es desplacen pel pendent del vessant a baix.

Donada l'estructura asimètrica de l'anti-forme de Marratxí, queda molt remarcada la diferència del tipus de relleu entre un flanc i l'altre de l'estructura. Així doncs, l'orografia resultant en el flanc

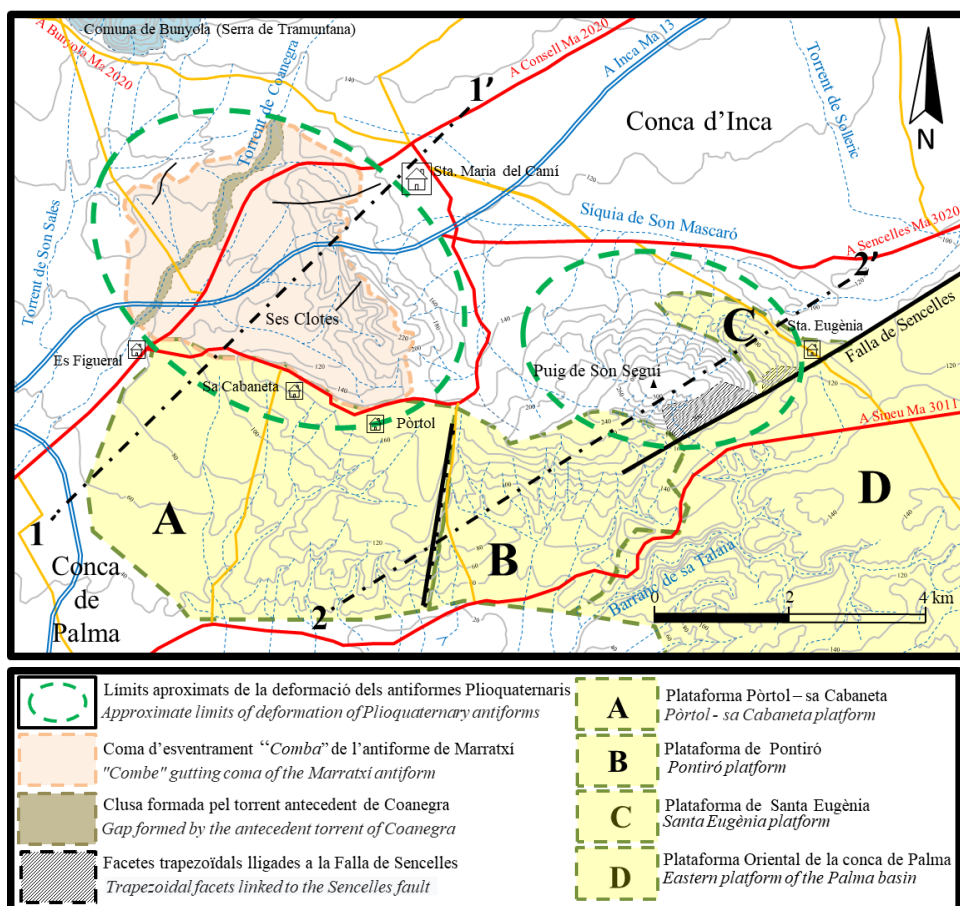


Fig. 9. Mapa de Geomorfologia Estructural.

Fig. 9. Map of Structural Geomorphology.

nord-oriental presenta tot un seguit de petites serralades disposades de forma paral·lela, al costat una de l'altra, amb crestes ben definides i, en planta, descriuen unes direccions arquejades amb

la part còncava mirant cap l'eix d'antiforme (*hog-backs*). Aquesta configuració està molt lligada, per una part, a la seva planta en dom i, per l'altra, a la diferent resistència que ofereix la litolo-



Fig. 10. Comba de ses Clotes. La línia vermella del fons marca el límit aproximad nord-occidental de l'antiforme de Marratxí. En el seu fons afloren materials del Neogen i de forma majoritària els del Languetà.

Fig. 10. *Comba de ses Clotes. The red line at the bottom marks the approximate north-western boundary of the Marratxí antiform. At its bottom are Neogene materials and mostly Languetà materials.*



Fig.11. Ses Clotes de d'una posició central cap a la seva part més meridional. Al fons ressaltat amb vermell l'escaló topogràfic del cantell septentrional de la Plataforma Pòrtol – sa Cabaneta.

Fig.11. *Ses Clotes from a central position to its southernmost part. The topographic step of the northern edge of the Plataforma Pòrtol – sa Cabaneta is highlighted in red in the background.*

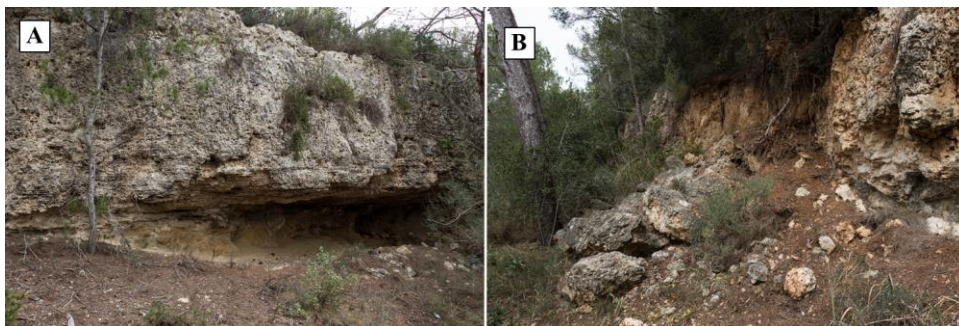


Fig. 12. Coves de Can Parrisco. Col·lapse de blocs al cantell de les calcarenites de Pliocè superior. (A) Zapa provocada per la meteorització i abrasió eòlica. (B) Desestabilització i col·lapse de la balma.

Fig. 12. *Caves of Can Parrisco. Collapse of blocks on the edge of the Upper Pliocene calcarenites. (A) Shovel caused by weathering and wind abrasion. (B) Destabilization and collapse of the balm.*

gia a l'erosió i a la disposició estructural en que trobem els materials previ a la deformació de l'antiforme (Fig. 3. Tall Geològic I-I'). En aquest sentit, cal tenir present, el contacte discordant que tots aquests materials sintectònics tenen amb les margues del Cretaci Inferior, que malgrat mostrar un petit aforament prop de la vila de Santa Maria del Camí, deuen haver actuat de rampa per l'aixecament de tota l'estratigrafia sintectònica del Miocè. A la part més nord-oriental i com llindar exterior de la deformació, les calcarenites pliocenes afloren en una estreta franja amb un fort cabussament cap el NE, donen lloc a un seguit de petits relleus com són els des Serral. Aquests darrers passant per les terres més elevades de la Miranda a la possessió de Son Sureda, la de Son Salas i la des Caülls i finalment arribant a sa Cabaneta, tanquen l'orla que delimita la deformació provocada per l'aixecament de l'estructura de l'antiforme de Marratxí.

Finalment, dintre el marc del modelat estructural d'aquesta zona del flac septentrional, crida l'atenció la primera alineació de relleus més interna i més propera a l'eix de l'estructura. Aquesta té un primer sector que començant al turonet

on es troba la possessió de Son Cos i continua a la serreta de Sa Corona i el Puig d'en Cerdà, per seguir ja a l'altre vessant del torrent de Coanegra amb els turons des Pujol i des Pujolet. Tot plegat la singularitat es troba en que els formen diferents parts d'un olistòlit de bretxes calcàries i dolomies liàsiques, inserit a la part central de la sèrie de margues i gresos del Languià (Del Olmo *et al.*, 1991a) on l'erosió diferencial els ha ajudat a posar de relleu sobre l'orografia actual.

L'antiforme de Puig de Son Seguí – Puig de Sta. Eugènia.

A l'antiforme del Puig de Son Seguí – Puig de Sta. Eugènia (Fig. 9), la presència de materials atribuïts al Miocè terminal posicionats a una alçada de 320 m (Puig de Son Seguí) i l'aixecament de la sèrie pliocena fins als 246 m (puig de Sta. Eugènia) i fins als 253 m al vessant W del puig de Son Seguí, suposa un tret insòlit dins del context estructural del Neogen superior de l'illa Mallorca (Mas, 2012). Aquest fet constitueix un clar indicatiu d'aixecaments de més de 150 m a la zona a partir del final del Pliocè i que diferencia clarament el relleu de l'antiforme aixecat



Fig. 13. Cantell superior de la Plataforma del Puig de Santa Eugènia. A l'esquerra mitat septentrional del Comellar del Rafal i estrep nord-oriental del Puig de Son Seguí.

Fig.13. *Upper edge of the Puig de Santa Eugènia Platform. On the left, the northern half of Comellar del Rafal and the north-eastern foothills of Puig de Son Seguí.*

respecte de l'altiplà adjacent preexistent (Fig. 13).

Relacionat amb la forma i disposició de cúpula el·líptica de l'antiforme, diversos autors apunten que en la formació d'aquesta estructura podria haver intervingut processos diapírics propers a la superfície (Silva *et al.*, 2000); segons aquests autors, els materials amb guixos del Serraval·lià (Fm. Margues de Pina) penetrarien i ocuparien el nucli d'aquest antiforme que estaria relacionat amb algun tipus de tectònica salina (diapir) (Silva *et al.*, 2001).

Sigui com sigui i a diferència del seu veí de Marratxí i malgrat les pèrdues de material per erosió que hagi pogut suportar el relleu, aquesta estructura manté un volum important del material aixecat en una planta el·líptica i amb una disposició massissa, on el seu eix estructural manté una direcció SE-NW. Tot plegat, el conjunt del Puig de Son Seguí i els seus voltants, vist a ull d'ocell, emulen la imatge casolana d'un ou fregit (Fig. 2), on, l'aflorament del Miocè Terminal, assolint les majors cotes i al centre de l'estructura, vendria a ser el vermell de l'ou; mentre que, el voltant de tot el puig on aflora el Pliocè, a la metàfora emularia el blanc de l'ou. Valgui el símil, cal dir que tant una com l'altra unitat adapten els cabussaments dels seus estrats a favor del pendent dels vessants seguint la forma de cúpula del puig (Morey i Mas, 2009).

Uns elements geomorfològics que criden molt l'atenció a l'entorn perifèric del Puig de Son Seguí, els trobem en els comellars formats per erosió on coincideix el contacte entre el Miocè Terminal i la sèrie de materials del Pliocè. Les unitats pliocenes configuren la presència d'uns relleus monoclinals en *cuesta* o *hog-backs*, amb pendent i cabussament cap a l'exterior de la perifèria de l'estructura antiforme. Un bon exemple del que acabem de dir, el constitueix la plataforma triangular del Puig de Sta. Eugènia (Pliocè) al vessant E del Puig de Son Seguí, on el seu front de *cuesta* defineix el Comellar des Rafal, una petita vall orientada SE-NW entre les cases de Can Palou i el llogaret de Ses Coves (Fig. 13). L'excavació d'aquest Comellar, està lligat a l'erosió diferencial produïda en el contacte concordant entre el Miocè terminal i la sèrie pliocena (Morey i Mas, 2009; Morey 2021). Així tenim, que el vessant occidental del comellar afloren les

calcàries fini-messinianes, en canvi en el fons i vessant oriental de la coma, tenim tota la seqüència de materials pliocènics, des de les margues i limonites amb *Amusium* sp. a la base, amb una potència superiors al 25 m, fins a les calcarenites arenoses que constitueixen el ressalt superior de més verticalitat del vessant, d'entre 10 i 15 m d'alçada.

La mateixa situació tectònica i conseqüències geomorfològiques similars, es repeteixen al vessant oposat al SW del puig de Son Seguí en el barranc de ses Coves Llargues, orientat en el seu primer tram SE-NW igual que el Comellar del Rafal. No obstant, els materials inverteixen el vessant on afloren, així la seqüència de materials pliocènics el fan al costat occidental del barranc, metre que el Miocè terminal el fa al costat oriental.

Com un altre element de modelat estructural destacable a l'entorn del Puig de Son Seguí, trobem en el mateix vessant SE un panell topogràfic trapezoïdal que presenta un desnivell d'uns 170 m, entre el cantell superior del relleu fins arribar a la seva part baixa a l'alçada del llogaret de ses Olleries. Aquest panell posa el límit meridional de l'antiforme i el delimita l'altiplà de Xorrigo, que tanca la part oriental de la depressió de Palma. Seguint el pla del panell topogràfic en direcció E cap a la població de Santa Eugènia, trobem un altre vessant en forma de panell trapezoïdal de menors dimensions, que es correspon amb la vessant més meridional del puig de Santa Eugènia. Ambdós panells topogràfics (Fig. 9) queden separats entre ells per l'obertura cap el SE del Comellar del Rafal. Aquests tenen un pendent molt regulat amb una mitjana d'entorn dels 37% i una direcció SW-NE molt sostinguda, el que fa pensar que els dos vessants es corresponen a facetes de falla relacionades amb la falla activa de

Sencelles. A la contrada la falla queda fossilitzada pel mateix mantell d'esbaldregalls provinents dels vessants i algun que altre petit ventall al·luvial, com el de la sortida del Comellar de s'Àguila, amb l'apex devora les cases de Son Tano, o, el que es forma a la mateixa sortida meridional del Comellar del Rafal amb l'apex devora les cases de Can Palou.

Sigui com sigui, la tectònica local ha sigut el factor que ha marcat les pautes a escala macro del modelat d'aquesta zona. Una vegada ja ha emergit el relleu, s'ha mostrat una xarxa de fractures radials al voltant de tot el Puig de Son Seguí que han afavorit més o menys la intensitat i l'efectivitat dels processos d'erosió de les diferents morfogènesis que actuen a una escala molt més puntual.

Modelat càrstic

La morfogènesi càrstica, al fonamentar-se en la dissolució de les roques de naturalesa calcària sota el control de diversos factors físicoquímics, ha trobat a la nostre zona d'estudi un espai i uns condicionants favorables per dur a terme la seva empremta d'una forma significativa en el territori (Fig. 14). A més la morfogènesi càrstica ha sigut afavorida per la neotectònica local amb l'aixecament i major exposició de considerables plataformes de materials carbonatats. Servera (2021) presentà un treball descriptiu sobre les formes de carst de clima semiàrid que s'han desenvolupat a sobre l'altiplà de Pòrtol – sa Cabaneta. Aquesta zona es molt representativa pel que fa a la carstificació que té lloc a les plataformes pliocenes del puig de Sant Eugènia, dels voltants del puig de Son Seguí o dels voltants de l'antiforme de Marratxí. Amb anterioritat ja hem fet esment a la importància que ha tingut la dissolució del rocam en aprofitar la densa

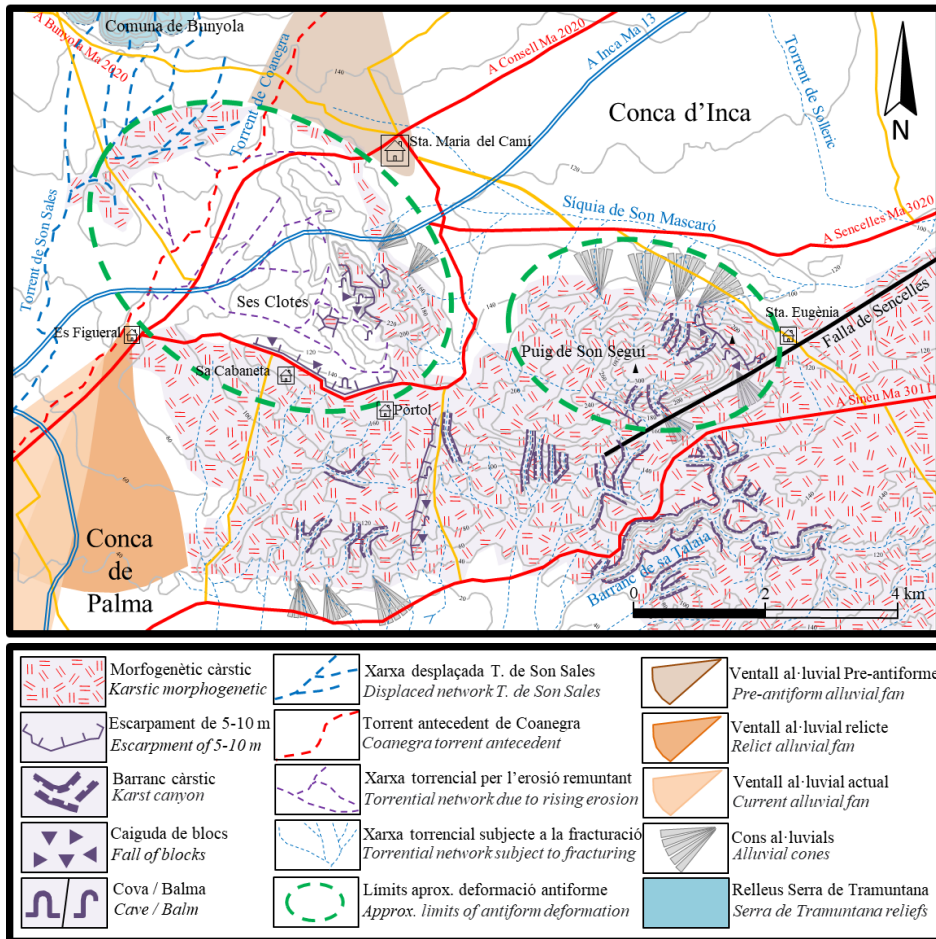


Fig. 14. Mapa geomorfològic.
Fig. 14. Geomorphological map.

xarxa de fractures provocades per la recent neotectònica de la zona. Tant és així que, en els sectors on aflora la sèrie Pliocena o les calcàries esculloses del Miocè terminal, hi són present tot una sèrie de petits però remarcats barrancs que presenten una conca de recepció molt reduïda o pràcticament inexistent (Fig. 15). Aquest fet del dimensionament de les conques de recepció, ens permet qüestionar la implicació efectiva d'una erosió mecànica

en el desenvolupament i l'amplitud de les dimensions dels barrancs, ja que els materials transportats pels seus més que discrets cabdals són molt poc més que testimonials. Només la fracturació provocada per l'aixecament de les dues estructures antiformes que analitzem i l'efectivitat dels processos de dissolució sobre el rocam esmentat, poden donar una explicació considerable a la densitat de drenatge de la zona i, sobretot, al



Fig. 15. Barranc de sa Tanca des Voltor, ja presenta unes considerables dimensions només a 600 metres de la seva capçalera i divisòria d'aigües.

Fig. 15. Ravine of Sa Tanca des Voltor, already has considerable dimensions only 600 meters from its headwaters and watershed.



Fig. 16. A l'àrea analitzada les escultures del lapiaz són molt més remarcades i definides a les parts més elevades i nues dels relleus.

Fig. 16. In the analyzed area, the lapiaz sculptures are much more prominent and defined in the higher and bare parts of the reliefs.

dimensionament adquirit d'aquests canons càrstics.

A una escala menor, a la zona també destaquen, en uns sectors més que els altres segons la litologia, escultures "lapiaz" del modelat càrstic a una escala micro i meso pròpies d'un clima semiàrid. Formes generades tant de forma epidèrmica sota la superfície de l'escàs sòl existent, com les que són el resultat de l'impacte, circulació o retenció directe de l'aigua sobre el rocam, una vegada el

rocam és exhumat a la intempèrie (Ginés, 1990). En aquest sentit, cal dir que les plataformes de calcarenites del Pliocè superior, a més de presentar una elevada solubilitat per la seva composició i textura, els processos d'aixecament dels plecs antiformes han deixat, majoritàriament, els altiplans amb un considerable grau de basculament respecte de la seva posició original (Fig. 16). Aquesta posició inclinada pensem que ha sigut un factor important que ha afavorit els processos de carstificació. Així tenim que a les parts més elevades d'aquests relleus, ha sigut molt més important la pèrdua del sòl, deixant majors superfícies exposades a la profusió i aparició de les formes exocàrstiques. En canvi, a les parts

topogràficament més baixes, l'existència de mantells d'esbaldregalls dels vessants mesclats amb importants acumulacions d'argiles de descalcificació (terra rossa), les formes de la carstificació segueixen evolucionant en les condicions més pròpies d'un lapiaz subedàfic o criptolapiaz.

Les escultures de lapiaz que trobem en superfície, en gran mesura, són formes que posen en evidència que la seva formació i definició morfològica i volumètrica ha sigut en condicions subjacents de criptolapiaz en el subsòl (*Subsoil shaping*) que s'han exhumat amb posterioritat (Zseni, 2009). Una vegada a l'exterior, les seves parts superiors exposades a la intempèrie, han sigut gravades amb nous



Fig. 17. A la fotografia es pot observar com una gran part de les formes associades al carst de clima semiàrid són presents a la nostra àrea d'estudi: pouets o fosses de dissolució (*Rainpits*), formacions de petites estries (*Rillenkarren*), canals de dissolució (*Rundkarren*), formes cavernoses (*Cavernous karren*) entre d'altres més puntuals.

Fig. 17. In the photograph you can see how a large part of the forms associated with the karst of semi-arid climate are present in our area of study: wells or pits of dissolution (*Rainpits*), formations of small streaks (*Rillenkarren*), channels of dissolution (*Rundkarren*), cavernous forms (*Cavernous karren*) among others more specific.

petits relleus i en ocasions només han sofert un subtil retoc per l'impacte, l'escorrentia superficial o la retenció d'aigua de pluja, donant lloc a les superfícies del lapiaz lliure o subaeri. En aquest sentit, a l'àrea d'estudi podem parlar, com a formes presents i produïdes en condicions de carst lliure, dels pouets o fosses de dissolució (*Rainpits*) com a les més abundants; en canvi, com a formes més puntuals i incipient amb una baixa profusió, podem localitzar algunes formacions d'estries (*Rillenkarren*) (Fig. 17). Ja com a clares formes de subsol podem trobar canals de dissolució (*Rundkarren*) fins a formes cavernoses (*Cavernous karren*), fàcilment observables a les parts inferiors del lapiaz que duen menys temps exhumats. Gairebé tot el ventall de formes pròpies atribuïbles a un carst de clima semiàrid, en més o menys presència, es poden localitzar a tota l'àrea d'estudi. No obstant, és fàcil constatar que el nombre i el grau de desenvolupament d'aquestes escultures és molt més eficient sobre les calcarenites del Pliocè que sobre les del Miocè terminal.

Finalment, on també cal remarcar un considerable paper estructural amb simbiosi amb els processos de dissolució a tota la nostre àrea d'estudi, és en el

desenvolupament de balmes o petites cavitats horitzontals a la base dels espadats de les vores de la plataformes pliocenes. Sens dubte no són el únics processos que intervenen en la formació de les balmes i el seu buidat interior. L'aparició de formes alveolars horitzontals de diverses dimensions a les parets i sostre de l'interior de les balmes, deixa clar que són el resultat d'un mecanisme de buidat lligat a la meteorització química i a l'abrasió eòlica amb la mobilització de les partícules. Tot plegat provoca un important descalçament de les vores de les plataformes pliocenes que, facilitat per l'important fracturació i diaclasament d'aquests materials, contribueixen al retrocés dels cantells, al deixar anar vessant a baix importants blocs (Fig. 18).

Pel que fa a la presència de cavitats càrstiques verticals o de gran desenvolupament, aquesta és molt baixa el que provoca que l'àrea no suscita molt interès especial pel camp de l'Espeleologia. Així i tot algun avenc de molt curt recorregut i de naturalesa estructural és poden trobar a la zona com ara l'avenc de Pòrtol o l'avenc de son Pelat (Santandreu, 2005), possiblement el més representatiu. Tampoc cal esmentar cap mena de depressió càrstica tipus doli-

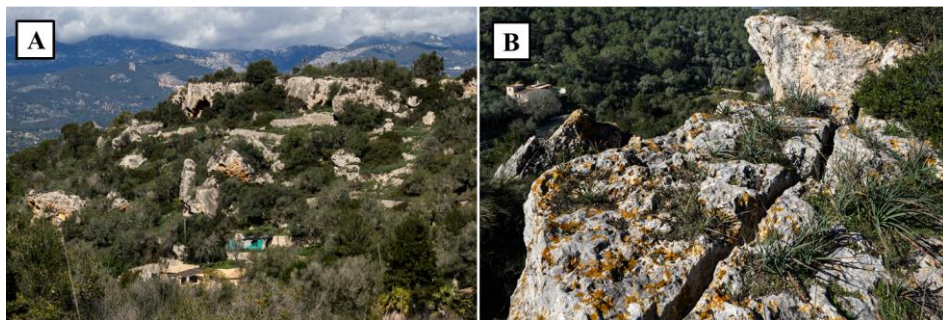


Fig. 18. (A) L'enfonsament de balmes i coves, juntament amb (B) la dissolució i diaclasament del rocam, provoca el desplaçament de grans blocs vessant a baix.

Fig. 18. (A) The collapse of caves and caverns, together with (B) the dissolution and diaclassification of the rock, causes the displacement of large blocks downhill.

na en tota la zona d'estudi. No obstant, a la vall que separa les dues estructures antifomes, Silva *et al.* (2001), en un estudi de paleosismicitat de la zona, defineixen una estructura de *polje* i fins un total de onze *dolines* avui en una situació de criptocarst. De les onze dolines en destaca una de major dimensions, uns 400 m de diàmetre i l'anomenen la Dolina de Pòrtol, prop de la zona on la indústria local de producció de peces de terrissa ha explotat com punt d'extracció d'argila. Malgrat tot, cal dir que, després d'un reconeixement en el terreny, cap d'aquestes depressions càrstiques té avui dia cap manifestació topogràfica en superfície, a l'igual que no s'ha identificat en tota la zona de treball analitzada cap depressió que es pugui atribuir a la dissolució càrstica.

Modelat fluvi-torrencial

Molt possiblement la xarxa fluvi-torrencial hagi seguit la més queixada pel desplaçament direccional Pliocuatnari de la falla de Sencelles i l'aixecament dels antifomes de Marratxí i Son Seguí. No de bades, la xarxes fluvials són un excel·lent indicador per a poder detectar la recent dinàmica tectònica o neotectònica des d'una escala local fins a una més global (Pedraza, 1996).

Des d'un punt de vista general, les conseqüències tectòniques per cada una de les unitats geomorfològiques han sigut similars, elevació de relleus posicionant materials Pliocuatnaris amb un diferencial de cota en alguns punts superiors als 150 m respecte al seu posicionament original. En aquest sentit, es pot dir que el tret més definitori sobre la xarxa fluvi-torrencial, ha sigut una distribució radial dels canals de drenatge en referència a punt central de cada un dels relleus antifomes analitzats. No obstant, a

cada un d'ells també hi trobem elements geomorfològics que amb el pas del temps han evolucionat cap a unes certes singularitats.

En el cas de l'antiforme de Marratxí, el primer que cal destacar és el seu esventrament obrint una coma gairebé tancada SE-NW. En el seu interior s'ha establert una xarxa de drenatge formada per reguerons que han anat realitzant una incisió remuntant cap a les seves capçaleres, sense que cap arribi a definir un llit clar. Aigües abaix, aquesta xarxa més intuïtiva que definida, aboca les seva escorrentia a un canal més estable i definit encara que molt antropitzat la síquia de ses Clotes, que, a la vegada, aboca les seves aigües al torrent de Coanegra (Fig. 14).

Un segon aspecte destacable a aquest Antiforme de Marratxí és precisament el torrent de Coanegra. Aquest té la seva capçalera en plena Serra de Tramunta amb una conca d'uns 21 km², el que li ha donat la competència de treball erosiu per formar una clusa que travessa de forma obliqua l'eix de l'estructura Antiforme. Aquest element geomorfològic ha sigut analitzat i interpretat anteriorment per diferents autors que han presentat conclusions amb unes interpretacions contraposades. En aquest sentit, Grimalt i Rodríguez-Perea (1994) en un estudi sobre les unitats morfològiques de pla de Palma, arriben a la conclusió que el torrent de Coanegra o també conegut a la zona marratxinera com el torrent de ses Mates, és un curs fluvi-torrencial conseqüent. En canvi, Silva *et al.* (1998) interpreten tot el contrari, que el Torrent de Coanegra fou desviat temporalment per la part septentrional de l'estructura antifome, on hauria construït el canal del que avui es coneix com el torrent de Son Salas i baratar el sentit del desguàs de Coanegra, des de la conca d'Inca cap a la plana de Palma. Els

mateixos autors interpreten que el torrent de Coanegra actualment hauria restablert la connexió en el punt la seva sortida de la Serra de Tramuntana, pels mateixos processos d'erosió remuntant que s'han donat en el buidat de l'interior de l'estructura antifome. Pel que fa a la hipòtesi del primitiu desguàs del torrent de Coanegra cap a l'est a la conca sedimentària d'Inca, hi ha altres autors (Sastre, 2000) que, amb l'intent d'explicar la construcció de diferents cossos de ventalls al·luvials a la zona de d'Arboçar, no descarten aquesta possibilitat.

Tot plegat, la nostra interpretació de l'evolució del Torrent de Coanegra coincideix amb la proposta de Grimalt i Rodríguez-Perea (1994) i pensem que l'acomodació del actual llit del torrent fou sincrònica al aixecament de l'antifome, al temps que el seu desguàs ha sigut en sentit cap a la conca de Palma ja d'abans a l'aixecament de les estructures antifomes (Fig. 19). Sens dubte alguna, la xarxa del Torrent de Coanegra va haver de sofrir alguna modificació i condicionar algun tret, dinàmic i/o morfològic, en relació a l'aixecament de l'estructura de plegament de l'antifome de Marratxí. En aquest sentit, un primer aspecte a tenir present, fou el canvi del seu nivell de base local, en

el seu canal principal a la seva sortida de la Serra de Tramuntana. Fins a l'inici de l'aixecament, el pla de ses Fontanelles, prop de Son Torrella, fou el seu nivell de base local i des d'on el torrent va anar construint un important ventall al·luvial. L'aixecament de l'antifome de Marratxí elevà el sector i obligar el curs torrencial a, progressivament, encaixar-se en el seus propis dipòsits al·luvials anteriorment depositats. Al mateix temps, i de forma progressiva, traslladà el seu nivell de base local aigües a baix, establint l'apex d'un potent ventall, a la contrada avui coneguda com el Figueral. Aquest ventall es construí amb la seva pròpia càrrega sedimentària, producte de la mobilització dels materials dels seus antics dipòsits al·luvials, també, com és lògic, va comptar amb els materials que aportà la xarxa d'erosió remuntant de l'interior de l'esventrament de l'antifome. Per sobre d'aquest primer cos de ventall al·luvial i com a conseqüència del persistent aixecament de l'antifome fins a l'actualitat, el registre sedimentari mostra un segon ventall amb un apex desplaçat curs a baix i amb una direcció del seu eix central més cap a ponent. Cal dir que aquest darrer fossilitza parcialment el primer ventall que segurament fou anant desplaçant el seu apex cap a posicions més



Fig. 19. (A) Llit del torrent de Coanegra en el sector del Caülls. (B) Llit del Torrent de Son Salas a la sortida de la Urb. ses Trempes. Només el dimensionament del canal mostra l'entitat del curs.

Fig. 19. (A) Bed of the Coanegra torrent in the Caülls sector. (B) Bed of the Torrent de Son Salas at the exit of the Urb. ses Trempes. Only channel sizing shows course entity.

baixes de l'aixecament de la zona. Avui podríem dir que, en cas de revinguda, l'àpex es trobaria a l'alçada de Can Farineta. Un magnífic tall d'una extracció antròpica a la contrada, coneguda com Ses Tres Germanes, ajuda a interpretar aquests cossos al·luvials, de manera que, el més recent es diferencia fàcilment per uns sediments amb uns trets morfològics, granulomètrics i litològics d'acord amb la naturalesa de la seva dinàmica i de la seva zona d'aportació de la Serra de Tramuntana. En canvi, el més antic presenta un sediment molt més cimentat amb força presència de crostes calcàries i es troba a un cota més elevada que l'actual (Fig. 20).

A diferència del que ha succeït amb el curs principal del torrent de Coanegra, els canals tributaris del seu marge dret que drenen gran part del massís de la Comuna de Bunyola, no tingueren el potencial energètic ni la suficient capacitat de feina erosiva per seguir mantenint la seva connexió amb el curs principal del Torrent de Coanegra. Així que, a mesura que l'estructura de l'antiforme s'aixecava i Coanegra s'encaixa en els seu propis dipòsits al·luvials, aquests tributaris s'organitzaren per franquejar pel nord el nou relleu en un canal principal avui conegut com el torrent de Son Sales. Això succeeix amb tots els tributaris menys el torrent de a Cova de s'Aigua, el primer i més proper a Coanegra just sortir al Raiguer.

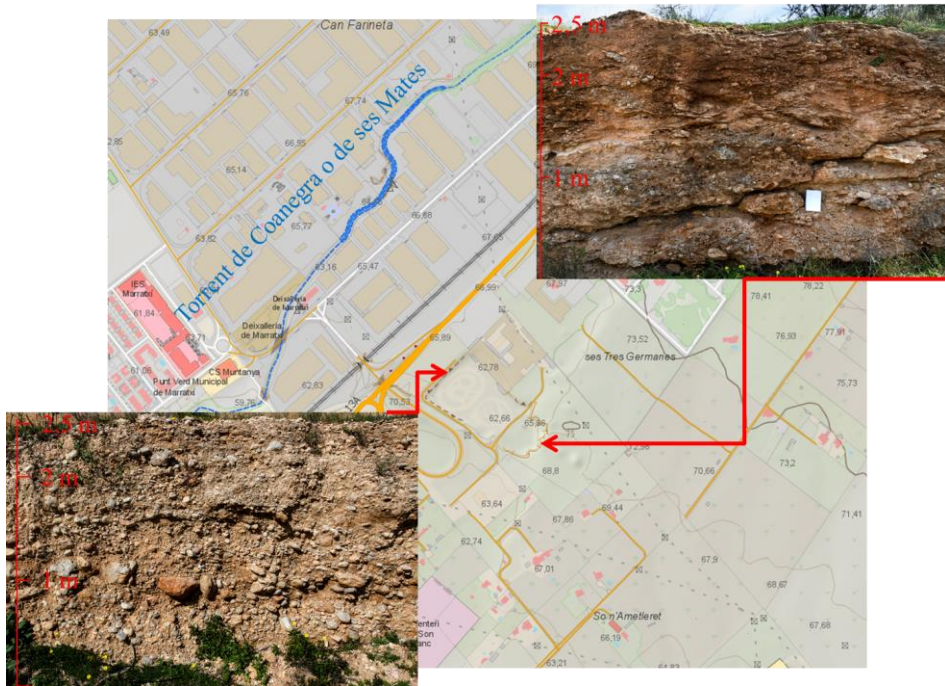


Fig. 20. Perfils del sistema de ventalls al·luvials del Torrent de Coanegra. (A) Tall del ventall al·luvial actual. (B) Tall del ventall al·luvial antic i avui relict.

Fig. 20. Profiles of the alluvial fan system of the Torrent de Coanegra. (A) Cutting of the current alluvial fan. (B) Cutting of the ancient and now relict alluvial fan.

Malgrat tot, una vegada superades les elevacions topogràfiques de la deformació, el torrent de Son Sales torna a abocar en el de Coanegra, una mica abans que aquest darrer el faci en Torrent Gros a l'atura de la localitat del Pont d'Inca.

Pel que fa a la resta de la xarxa fluvio-torrencial que drena l'antiforme de Marratxí i el seu veí l'antiforme de Son Seguí, es pot dir poca cosa més que la seva disposició radial pivota des del centre cap a defora de les estructures plegades amb una certa component centrífuga. Tot plegat i en una gran mesura, aquest cursos han aprofitat la xarxa de fractures provocada per l'esdeveniment tectònic plioquaternari (Fig. 21).

Conclusions

A finals del Pliocè principi del Quaternari, com a conseqüència de l'emersió enèrgica de les dues complexes estructures antiformes de Marratxí i del Puig Son Seguí s'interfereix la sedimentació neògena de solc format a l'anterior fase extensiva postalpina, donant lloc a una barrera orogràfica orientada NW-SE. A la cota més alta del conjunt dels nous relleus, el Puig de Son Seguí de 320 m, és el resultat d'una elevació de més de 150 m per damunt de la topografia que se suposa fou el punt d'arrancada abans del plegament. Tot junt, suposa un tret insòlit dins del context estructural del Neogen superior de l'illa Mallorca (Mas, 2012).

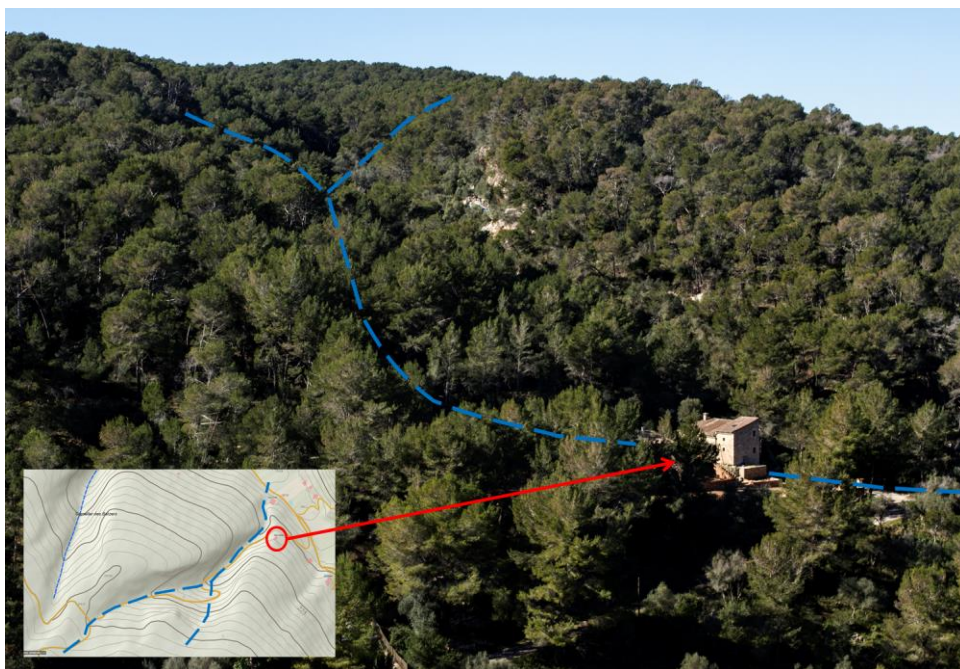


Fig. 21. Barranc de Can Sineu al vessant oriental del Puig de Son Seguí. Exemple del sistema de fractures radials aprofitades per la dissolució i l'escorrentia establerta a tot el voltant del Puig.

Fig. 21. Can Sineu ravine on the eastern slope of the Puig de Son Seguí. Example of the system of radial fractures taken advantage of by the dissolution and runoff established around the Puig.

El resultat de tot plegat, fou una petita serralada de relleus estructurals d'estil jurassià que, segons la seqüència estratigràfica que es va veure implicada en cada un dels plegaments emergits, els resultats del relleu i del seu modelat difereixen considerablement d'una i altra estructura. Al nucli de l'antiforme de Marratxí afloren tota la sèrie des de l'Oligocè fins el Serraval·lià i, fins i tot, uns petits afloraments de materials del Cretaci sobre els que, els anterior materials, es troben discordants. En canvi, al nucli de l'antiforme del Puig de Son Seguí només aflora el Miocè Terminal. No obstant, ambdues estructures presenten un corser gairebé continu i de major amplitud a les seves parts meridionals format pels materials de tota la seqüència Pliocena. Cal dir que entenem que les calcarenites i eolianites del Pliocè superior constituïen la primitiva superfície topogràfica on varen irrompre l'emersió de les dues estructures antiformes.

A l'antiforme de Marratxí va esdevenir una estructura esventrada amb una planta el·líptica i asimètrica, que ha donat lloc a diferents formes pròpies del relleu estructural senzill jurassià. Així tenim com a formes característiques d'aquest modelat la zona coneguda com ses Clotes, una coma "*comba*" seguint la mateixa direcció de plegament i una clusa "*cluse*" disposada de forma perpendicular a l'eix de l'antiforme i treballada pel torrent de Coanegra. Finalment, s'ha de destacar la formació de crestes disposades paral·lelament i arquejades cap a l'interior de la coma, a la seva meitat més septentrional, aquestes són el resultat de l'erosió diferencial sobre els materials més durs o tous de la seqüència estratigràfica.

Com a cordó umbilical entre les dues estructures antiformes tenim els materials del Pliocè, aquests han sofert un desplaçament

que els ha disposat en diferents plataformes al voltant dels nous relleus emergents donant lloc a tot una sèrie de formes lligades o derivades de la neotectònica. Així la plataforma de Pòrtol – sa Cabaneta basculant cap SW, plataforma de Pontiró basculant cap el S i la del Puig de Santa Eugènia basculant cap NE, en són els exemples més destacables. Aquestes formen uns relleus monoclinals tipus "cuesta" i *hog-backs*, amb fronts espadats relativament de poca alçada sobre materials argilosos i amb barrancs marcats sobre les unitats monoclinals que aboquen a la perifèria cons al·luvials. Entre la plataforma de Pontiró i la de Pòrtol – sa Cabaneta que ha sigut dislocades i separades per una falla N-S, s'ha generat un petit comellar cataclinal que a la part més elevada ha donat lloc a un portell o coll topogràfic. En aquest punt es constitueix la connexió natural més senzilla entre la part oriental de la Conca de Palma i la part occidental de la Conca d'Inca i, segurament, el fet orogràfic que va donar lloc al nom de la Possessió de Pòrtula i que amb el temps ha donat lloc al nom del poble de Pòrtol.

L'antiforme del Puig de Son Seguí té un relleu central massís format per la unitat del Miocè Terminal (Morey i Mas, 2009). Aquest relleu defineix una forma de dom irregular que diferents autors apunten cap un possible origen diapíric (Silva, 2001). Sigui con sigui el mecanisme tectònic que haguin intervingut, cal destacar des d'un punt de vista geomorfològic la relació directa del vessant sud-est amb el darrer segment de l'activa falla de Sencelles. Aquest vessant, amb el pendent en rost molt regulat, constitueix un magnífic exemple de faceta de falla trapezoïdal a la línia de falla i que també en descriu una, de menors dimensions, al continu Puig de Santa

Eugènia. Avui, malgrat l'activitat recent de la falla, aquesta es troba fossilitzada pels propis col·luvions de vessant i algun petit con al·luvial.

En una actuació bàsica conjunta, la tectònica i la dissolució calcària han construït tot una sèrie de canons càrstics de llargària molt discreta, però profunds i remarcats. Aquests es donen els afloraments de les calcarenites organògenes del Miocè Terminal o les de la sèrie pliocena. Malgrat tot, on aquets canons càrstics adquireixen una major espectacularitat morfològica és a l'entorn de Puig de Son Seguí.

Seguint amb el tema de la meteorització per dissolució, aquesta també té un important protagonisme amb la sapa i posterior descalçament dels espadats que delimiten les parts més elevades de les plataformes pliocenes. No obstant, en la preparació pel retrocés d'aquests esglaons topogràfics no podem deixar de banda l'efectiva feina de l'abrasió eòlica. Ara bé, tal vegada aquests processos implicats en els retrocessos dels espadats, no serien tan efectius sinó fos per la mateixa diàclasi i fracturació que presenten aquests materials.

D'altra banda, les posicions més elevades i inclinades que normalment trobem aquestes plataformes calcarenítiques, ha facilitat la pèrdua de les argiles de descalcificació de les zones més elevades cap a les parts més baixes. Sigui per escorrentia superficial o per gravetat, aquests materials argilosos són dipositades com col·luvions a la base d'aquests relleus. Aquests dipòsits, en ocasions adquireixen potències molt considerables que, a les contrades del voltant han sigut objecte d'exploració local per a la indústria de terrissa molt pròpia i característica de la zona.

Finalment, els canvis produïts per l'emersió dels recents relleus respecte del drenatge de la zona, podem concloure que a l'entorn del Puig de Son Seguí s'ha establert una xarxa radial de barrancs i canals amb minses conques de recepció, molt condicionada per la fracturació de la neotectònica. Aquests barrancs en el seu interior, i en moltes ocasions, ni tant sols defineixen un canal que es pugui entendre con un jaç o llit definit d'un curs d'aigua. No obstant, alguns barrancs-torrents, els de majors dimensions, a les seves arribades a zones més planeres que actuen com a nivell de base local, construeixen petits cons al·luvials bàsicament formats, des dels seus àpex i de manera quasi exclusiva fins a les seves zones distals, per argiles de descalcificació amb una presència molt baixa de granulometries més gruixudes tipus graves i/o petits còdols.

L'antiforme de Marratxí als seus vessants exteriors repeteix a grans trets el mateix que el seu veí Puig de Son Seguí, però amb menys formacions barrancoses. El cas del torrent de Coanegra, ja anterior a l'aixecament tectònic, ha esdevingut en el temps com un curs antecedent amb un drenatge cap a la Conca de Palma, de manera que ha realitzat un encaixament sincrònic i perpendicular a l'eix de l'antiforme, a mesura que aquest ha anat emergint. En canvi, els antics tributaris del vessant oriental de Coanegra, que drenen gran part de la Comuna de Bunyola, tenen conques de recepció amb una superfície molt inferior a la que té el que era el seu curs principal on antigament abocaven les seves aigües. Aquest fet i com a conseqüència de l'aixecament tectònic, aquests cursos no han pogut arribar al potencial energètic per a mantenir la seva connexió amb el curs principal i ja quan arriben a la zona del Raiguer s'han vist obligats a vorejar l'estructura de

l'antiforme pel NW, confluïnt i organitzats en un curs principal conegut com el torrent de Son Sales.

Agraïments

Els autors volen agrair a Jordi Giménez la seva més que bona disposició amb les consultes i la facilitació de referències i eines que han sigut bàsiques en aquest treball, na Laura del Valle i en Guillem X. Pons per la seva participació en les sortides de camp, correcció, suggeriments i millora del que han sigut els resultats d'aquest treball.

Bibliografia

- Benedicto, A., Ramos, E., Casas, A., Sàbat, F. i Barón, A. 1993. Evolución tectosedimentaria de la cubeta neógena de Inca (Mallorca). *Revista Sociedad Geológica de España*, 6 (1-2): 167-176.
- Benedicto, A. 1994. Geología de la Cubeta de Inca (Mallorca): cartografía geológica e interpretación de los datos del subsuelo. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37: 15-25.
- Del Olmo, P., Alvaro, M., Ramírez del Pozo, J. i Aguilar, J. 1991a. *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja 698/723(IV) de Palma, I. del Toro y Cap de Cala Figuera*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Del Olmo, P., Alvaro, M., Ramírez del Pozo, J. i Aguilar, J. 1991b. *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja 699 de Porreres*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Gelabert, B., Sabat, F. i Rodríguez-Perea, A. 1992. A structural outline of the Serra de Tramuntana of Mallorca (Balearic Islands). *Tectonophysics*, 203: 167-183.
- Giménez, J. 2003. Nuevos datos sobre la actividad post-Neógena en la Isla de Mallorca. *Geogaceta* 33: 79-82.
- Giménez, J. i Gelabert, B. 2002. Análisis de la actividad tectónica reciente en la isla de Mallorca. *In: III Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*, Valencia, Vol 1:390-394.
- Ginés, A. 1990. Utilización de las morfologías de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Endins*, 16: 27-39. Palma.
- Grimalt, M. 1992. *Geografía del risc a Mallorca. Les inundacions*. Institut d'Estudis Balearics. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Palma.
- Grimalt, M. i Rodríguez-Perea, A. 1994. Unidades morfológicas del llano de Palma (Mallorca). *In: Arnáez-Vadillo, J.; Gracia-Ruiz, J. M. i Gómez Villar, A. (eds). Geomorfología en España Tomo II. Actas de la III reunión de Geomorfología*, Logroño. 403-411 pp.
- Mas, G. 2012. Efectes de desplaçament Pliocaternari de la falla de Sencelles en relació amb la conca sedimentària d'Inca. *XIII Jornades d'Estudis Locals d'Inca*. 19-29 pp.
- 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*. Tesi Doctoral. Repositori públic TDX (Tesi Doctorals en Xarxa) ala web <http://www.tdx.cat/handle/10803/375904>.
- Mas, G. 2013. Evidències de desplaçament direccional de la falla de Sencelles (Mallorca). *In: Pons, G. X.; Ginard, A. i Vicens, D. (eds.): VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 50-51 Palma.
- Mas, G., Gelabert, B. i Fornós, J. 2014. Evidencias de desplazamiento direccional de la falla de Sencelles (Mallorca, Islas Baleares). *In: J.A. Álvarez-Gómez & F. Martín González (eds.): Una aproximación multidisciplinar al estudio de las fallas activas, los terremotos y el riesgo sísmico. Segunda reunión ibérica sobre fallas activas y paleosismología*, Lorca (Murcia, España). 47-50 pp.
- Morey, B. 2021. El Pliocè marí de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental): proposta estratigràfica i paleoambiental. *In: Pons G. X., Vicens, D. i del Valle, L.*

- (edit.). La Història Natural de les Balears i Andreu Muntaner Darder. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 139-174. ISBN 978-84-09-33509-1. Palma (Illes Balears).
- Morey, B. i Mas, G. 2009. Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 99-122. Palma.
- Pedraza, J. 1996. Geomorfogía. Principios, Métodos y Aplicaciones. Rueda, Madrid. 414 pp.
- Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología*. Grupo Español de Sedimentología. 21-44 pp. Menorca.
- Sánchez-Alzola, A., Sánchez, C., Giménez, J., Alfaro, P., Gelabert, B., Borque, M. J. i Gil, A. J. 2014. Velocidad cortical y campo de esfuerzos en el Archipiélago Balear utilizando series temporales GPS de la red XGAIB (2010-2013). *Física de la Tierra*, 26: 47-63.
- Santandreu, G. 2005. Panorama espeleològic de Marratxí (Mallorca-Balears). *Endins*, 27: 93-130.
- Sastre Canals, B. 2000. Ventalls al-luvials i morfometria. Els torrents de Coanegra i de sa Cova de s'Aigua. *II Jornades d'estudis locals*. Ajuntament de Santa Maria del Camí. 145-154.
- Servera, J. 2021. L'altiplà de Pòrtol – Sa Cabaneta, una aproximació geomorfològica a l'exemple d'un massís càrstic de clima semiàrid (Mallorca, Illes Balears). In: Pons G. X., Vicens, D. i del Valle, L. (edit.). La Història Natural de les Balears i Andreu Muntaner Darder. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 139-174. ISBN 978-84-09-33509-1. Palma (Illes Balears).
- Silva, P. G., González-Hernández, F. M., Goy, J. L. i Zazo, C. 1998. Origen y desmantelamiento del Antiforme Plio-Cuaternario de Marratxí (Mallorca, España). *Geogaceta* 23:143-146.
- Silva, P. G., Carrasco, P., González Hernández, F. M., Goy, J. L., Zazo, C., Luque, L., Santos, G., Delgado, M. i Poza, L. J. 2000. Prospección geofísica de la Falla de Sencelles (Mallorca, España): Una metodología preliminar para la realización de trincheras de falla. *Geotemas*, 1(4), 359-363.
- Silva, P. G., González-Hernández, F. M., Goy, J. L., Zazo, C. i Carrasco, P.M. 2001. Paleosismicidad y sismicidad histórica en Mallorca (Balears, España): una aproximación preliminar. *Acta Geológica Hispánica*, 36 (3-4): 245-266. Universidad Complutense de Madrid.
- Zseni, A. 2009. Subsoil Shaping. In: Ginés, A., Knez, M., Slabe, T. i Dreybrodt, W. (eds.). *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. *Carsologica*, 9: 103-122.

