Noves dades geològiques sobre la conca d'Alcúdia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental): el ventall al·luvial de Sa Pobla i el subsòl de Sa Marjal

Bartomeu SASTRE i Bernat MOREY

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Sastre, B. i Morey, B. 2025. Noves dades geològiques sobre la conca d'Alcúdia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental): el ventall al·luvial de Sa Pobla i el subsòl de Sa Marjal. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 68: 121-144. ISSN 0212-260X. e-ISSN 2444-8192. Palma.

S'aprofundeix en el coneixement del substrat geològic i d'algunes formes sedimentàries de Sa Marjal o plana al·luvial de sa Pobla (conca d'Alcúdia. Mallorca. Mediterrània Occidental), àrea aquesta poc estudiada a nivell geològic. Tot se fa a partir de la re- interpretació de sondejos hidràulics estudiats en el segle passat, de la foto- interpretació i d'un sistemàtic treball de camp. Així se constata com a pesar de la complexitat estructural dissimulada per la contínua aportació d'al·luvions el subsòl del sector estudiat enregistra un ordenat registre Miocè post-tectònic amb un registre restringit Serraval·lià, varis cicles marins Torto-messinians i un registre finimessinià-Lagomare. El subsòl de Sa Marjal també enregistra els dos principals cicles marins pliocens mediterranis i una sedimentació al·luvial pleistocena amb combinació de llims i conglomerats amb poca afectació marina. Part de l'àrea estudiada respon a una morfologia de ventall al·luvial o forma mixta tipus *floodplainfan*. Aquest cos sedimentari, on seu la vila de Sa Pobla, sembla s'origina a partir de la tectònica plio-pleistocena que aixeca el turó de Búger. Aquest cos sedimentari semblaria relicte si no fos pels esporàdics i violents episodis d'inundació que experimenta temperats per les agressives intervencions antròpiques en la zona. Les transgressions marines pleistocenes pot ser afecten al registre estudiat però el seu enregistrament és molt minse. Tot és relaciona amb la tectònica positiva que experimenta en la zona en temps recents que fa que l'aportació sedimentària lligada a l'elevació de base del subsòl que supera les successives pujades del nivell de la mar.
Paraules clau: *Geomorfologia, Ventall- plana al·luvial, Miocè, Pliocè, Plistocè.*

NEW GEOLOGICAL DATA ON THE ALCÚDIA BASIN (MALLORCA, BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN): THE ALLUVIAL FAN OF SA POBLA AND THE SUBSOIL OF SA MARJAL. The knowledge of the geological substratum and some sedimentary forms of Sa Marjal or the alluvial plain of Sa Pobla (Alcúdia basin. Mallorca. Western Mediterranean) is deepened, an area that has not been studied at a geological level. Everything is done based on the reinterpretation of hydraulic soundings studied in the last century, photo interpretation and systematic field work. That's itIt counts with regret of the structural complexity concealed by the continuous contribution of alluvium, the subsoil of the studied sector records an orderly post-tectonic Miocene record with a restricted Serravallian record, several Torto-Messinian marine cycles and a Finimessinian- Lagomare record. The subsoil of Sa Marjal also records the two main Pliocene Mediterranean marine cycles and a Pleistocene alluvial sedimentation. combination of silts and conglomerates with little marine influence. Part of the studied area corresponds to an alluvial fan morphology or mixed form floodplainfan. This sedimentary body, where the vilage of Sa Pobla is located, seems to originate from the Plio-Pleistocene tectonics that raised

the hill of Búger. This sedimentary body would seem relict if it weren't for the sporadic and violent flooding episodes it experiences and tempered by the aggressive anthropogenic interventions in the area. Pleistocene marine transgressions may affect the studied record but their recording is very sparse. Everything is equally related to the positive tectonics experienced in the area in recent times which makes the sedimentary contribution linked to the elevation of the base of the subsoil exceed the rises of sea level.
Keywords: *Geomorphology, Alluvial fan-plain, Miocene, Pliocene, Pleistocene.*

Bartomeu SASTRE CANALS. Departament de Geografia. Universitat de les Illes Balears. Ctra. Valldemossa, km 7,5. Palma. 07122 bartomeu.sastre@uib.es ; Bernat MOREY COLOMAR. SHNB, Fra Juniper Serra 19. Sta. Eugènia. 07142 email: bernatmoreycolomar@yahoo.es

Recepció del manuscrit: 26-11-2024; revisió acceptada: 9-12-2025; publicació online: 21-12-2025.

Introducció i àrea d'estudi

Sa Marjal de sa Pobla (Mallorca) d'uns 15 km^2 aproximadament (Fig. 1) és una terra baixa abans pantanosa i avui agrícola, situada entre el nucli urbà de Sa Pobla, la darrera plataforma mio-pliocena de Llubí, l'Albufera de Mallorca i el nucli urbà-elevació de Muro. La plana en qüestió forma part de la conca- graben d'Alcúdia al peu dels relleus de la Serra de Tramuntana i on finalitza l'altiplà- Pla de Mallorca (Sastre, 2003; Morey, 2021; 2023). Pel NW aquesta plana s'emmarca entre petites elevacions posteriors a l'estructuració alpina principal de l'illa (Pujol de Búger i voltants. Barnolas *et al.,* 1991). Sa Marjal és també una zona propera al litoral i que se situa en la teòrica franja d'afectació de diverses transgressions i regressions marines ja des del principi de la seva formació (Miocè mitjà/Serraval·lià (Barnolas *et al.,* 1991; Giménez *et al.,* 2007; Sàbat *et al.,* 2011). La zona estudiada forma part de la major conca hidrològica de l'illa (640 km²) tota solcada pels torrents que recullen aigües tant del vessant sud-oriental de la Serra de Tramuntana, com de bona part del Pla (torrents de *Muro- Vinagrella- Solleric*, *Almedrà- Pina- Randa*, *Sant Miquel-* ramal *Búger- Massanella* i *Siurana)*. Aquests torrents vessaven a la badia d'Alcúdia propera formant una extensa albufera fins que en el segle XIX es feu l'actual Canal Gran per dessecar part del sector i guanyar terra de cultiu. Tot situa a sa Marjal en un context geològic complex i més quan una important acumulació d'al·luvions pleistocens i un aqüífer subterrani abasteixen una agricultura intensiva en la zona, que dissimula la interpretació de formes i processos geomòrfics que s'hi produeixen i s'hi han produït. Segurament aquest és el motiu pel qual sa Marjal sigui una de les zones més poc conegudes a nivell geològic de l'illa (Sastre, 2003; Morey, 2021). Aquest estudi pretén pal·liar part d'aquest desconeixement a partir d'un exhaustiu treball de camp, de la reinterpretació de distints sondejos hidràulics recuperats del segle passat (García Yagüe- inèdit, Barnolas *et al*., 1991; Mateu, 1982; Colom, 1985; Fornós *et al.,* 1996) i d'estudis geològics recents efectuats en localitats llindars (Mas 2015, Morey, 2018, 2020). Així doncs i en aquest estudi es marquen els següents objectius:

-Revisar i reinterpretar els estudis antecedents sobre la geologia de sa Marjal de Sa Pobla

-Interpretar les principals formes sedimentàries en morfologia de ventall al·luvial identificades en el treball de camp.

-Reinterpretar els sondejos recuperats de la Col·lecció Andreu Muntaner- descripcions

del *Servicio Geológico de Obras Públicas* (1972).

-Aportar noves interpretacions geològiques i paleontològiques a partir dels estudis realitzats en la zona pels autors i d'altres investigadors en zones properes a sa Marjal en aquests darrers anys**.**

Context geològic

L'illa de Mallorca és la major zona emergida de l'arc Balear considerat avui una prolongació de les Serralades Bètiques cap al centre de la Mediterrània occidental (Giménez *et al.,* 2007). L'illa actual és una combinació de horsts, plataformes miocenes i grabens o semigrabens estructurats per l'orogènia alpina (Oligocè superior- Miocè inferior- mitjà. Gelabert, 1997; Morey, 2017a). Després de l'estructuració alpina principal i ja en el Serraval·lià (13-11Ma.) s'inicia un període considerat més distensiu que es manifesta amb falles i fractures que afecten tant al registre estructurat per l'orogènia alpina com al posterior (Pomar *et al.,* 1983; Del Olmo i Álvaro, 1984; Morey, 2017a; 2020; Moragues *et al.,* 2021). Els materials posttectònics (Serraval·lià-actualitat) es dipositen ja sols en els grabens que originen les conques actuals i se poden ordenar en cicles marins- litorals en resposta a canvis climàtics globals o a d'altres esdeveniments tectònics mediterranis (Pomar i Ward, 1994; Krigjsmann *et al.,* 1999; Ochoa *et al.,* 2018; Morey, 2018; 2022). Durant el Tortonià i en bona part del Messinià es desenvolupa un important complex arrecifal adossat a l'estructura de l'illa (Pomar *et al.,* 1983). Les seves restes condicionen la zona estudiada per l'Est-Sud- Est (Turó de Muro. Barnolas *et al.,* 1991; Morey, 2021). Les regressions marines o crisis fini- messinianes es signifiquen en les conques litorals de l'illa com sa Marjal amb nous registres llacunars i *Lagomare* (Mateu, 1982; Morey i Mas, 2009; Mas, 2015; Morey, 2018). En els inicis del Pliocè (5.33Ma. obertura de l'Estret de Gibraltar. Krijgsmann *et al.,* 1999) la mar torna inundar les conques baixes de l'illa deixant nous registres marins ja sense evidències de sedimentació mareal (Mateu, 1982; Morey i Mas, 2009). Aquest nou registre pliocè mostra dos cicles marins principals (Zanclià, Piacenzià: Aguirre, 2005; El Kadiri *et al.,* 2011; Morey, 2022) i s'observa fossilitzat per al·luvions i sistemes dunars pleistocens o en superfície per neotectònica positiva (Morey i Mas, 2009). Tot conforma un relleu disposat en direccions *SW/NE, SE/NW- S/N, ESE/WNW* en resposta a l'estructuració alpina de l'illa i reflectint també la tectònica posterior (Morey, 2017; 2025).

Materials i mètodes

L'estudi parteix d'un sistemàtic treball de camp i de la revisió i reinterpretació dels sondeigs recuperats de García Yagüe (inèdits) presents a la biblioteca Andreu Muntaner, dipositada a la Societat d'Història Natural de les Balears, Mateu (1982), Colom (1985) i Fornós *et al.* (1996), efectuats tant en la zona estudiada com en l'albufera propera. També dels estudis inèdits de Sastre (2003) sobre el ventall al·luvial on seu la vila de Sa Pobla i dels estudis en els registres post- tectònics propers a sa Marjal (Llubí, Muro) realitzats en aquests darrers anys per Mas (2015) o Morey (2018; 2021).

A l'àrea d'estudi (Fig. 1) s'ha dut a terme un exhaustiu recorregut de camp, a partir dels Map. Top. Nals. (2001, escala 1: 25000), dels mapes geològics MAGNA (Bárnolas *et al*., 1991) i dels programes digitals per satèl·lit *Elevation model WGS 84*; *http:/ ideib. Caib. es/visualitzador.jsp*. y *Google Earth.* El fet ha permès localitzar diversos perfils en la via del tren

(inaugurada en 1999-2000) (Sastre, 2003; Morey, 2021) revisitats en aquest estudi. En paral·lel s'ha consultat tota la bibliografia geològica publicada de la zona (Societat d'Història Natural- SHNB, Museu Balear de Ciències Naturals- MBCN; UIB; Biblioteca Andreu Muntaner) a la que s'han sumat estudis inèdits que puguin aportar dades significatives (García Yagüe- sobre 1960; Sastre, 2003). Dels sondejos hidràulics descrits per García Yagüe i recuperats de la Col·lecció Andreu Muntaner s'han seleccionat els compresos en la zona estudiada i que puguin ajudar a la interpretació (Taula 1). De tots s'han establert les seves localitzacions amb coordenades UTM (*Caib. es/visualitzador.jsp*).

Les propostes estratigràfiques observades per Mateu (1982), Fornós *et al.* (1991; 1996) o Barnolas *et al*. (1991) se completen a partir de les feines de Morey i Mas (2009), Mas, (2015) o Morey (2018; 2022) pel conjunt de l'illa. Pel Pleistocè, la interpretació se completa amb la feina de Sastre (2003) en el sector occidental de l'àrea d'estudi amb la definició i ordenació de fins a cinc unitats sedimentàries distintes en funció de coloració *Munsell*, matriu i contingut granulomètric. Sols hi ha dos sondejos coincidents per situació geogràfica amb els talls sedimentaris estudiats per Sastre (2003): el S1 (4) amb el tall 1, i el S2 (14) amb el tall 3. En aquest darrer cas, la descripció dels sediments no coincideix al 100%. La interpretació del subsòl se completa amb l'ajuda dels estudis micro-paleontològics de Mateu (1982) i Colom (1985) o amb els estudis del registre ictiològic i de la fauna de mol·luscs classificada en el Miocè i el Pliocè de la zona estudiada (Oliveros *et al*., 1961; Bauzá, 1978; Morey, 2017; 2021).

Resultats

Revisió d'estudis geològics i paleontològics

Les pedreres del poble de Muro (llindar est de sa Marjal) són citades ja en els primers estudis geològics per Mallorca (De la Marmora, 1834; Haime, 1855; Bover, 1852; Tots a Morey, 2020) on se destaca la riquesa fossilífera dels seus maresos. Bofill i Poch (1899) i llavors Gómez Llueca (1919) estudien aquest registre fòssil classificant-hi en ell prop de 100 espècies de mol·luscs meso-infralitorals. Aquests són encara a dia d'avui uns dels estudis més complets sobre la macrofauna torto- messiniana de l'illa (Morey, 2020). En la segona meitat del segle XX el micropaleontòleg Guillem Colom i l'ictiòleg Joan Bauzá estudien també la fauna d'aquestes pedreres on hi identifiquen el sirènid tropical *Metaxiterium cuvieri* i una important fauna ictiològica considerada llavors com helveciana (Colom i Bauzá, 1949; Oliveros *et al.,* 1961). Bauzá estudia també la fauna fòssil de diversos materials extrets dels sondeigs situats entre Llubí i Sa Pobla (Vinagrella, Talapi, Son Capó. Bauzá, varis en Bauzá, 1978) classificant-hi una important fauna de mol·luscs i de peixos. També en la dècada dels anys 50 es descobriren restes de *Myotragus balearicus* en els conglomerats consolidats del poble de Búger al NW de la zona estudiada (Muntaner i Palmer, 1956). Oliveros *et al.* (1961), citen aquesta fauna i s'ajuden dels estudis fets en la zona per a interpretar el subsòl de la conca d'Inca, continuació cap a l'interior de sa Marjal. De igual manera García Yagüe (inèdit) en els anys 60 del segle passat fa un informe sobre els treballs físics- sondeigs duts a terme en la zona estudiada i en els seus voltants. Una còpia d'aquest informe conservat pel geòleg Andreu Muntaner és el que se reinterpreta en aquest estudi (Figs. 3, 4 i 5).

Son	Nom	Coordenades	Miocè	Pliocè	PII/Q	Altura
S1	Muro- Oest	4398350/504200	60			57m
S2	Son Sastre. Llubí/Muro	4394300/503900	-90	0	20m	22m
S3	Figuerola/Son Ramon	4398000/5010000	-93	-59	-15(PII).	27.7m
S4	Entrada de sa Pobla	501206/4402385			-25,3 (Q)	24,8m
S5	Muro nord - Albufera	4401000/507300	-90	-33	-4 (PII)	11m
S7	Sa Vinyola. Llubí Sud	4393050/499850	8	40?	40? PII.	57m
S10	Son Vivot	4398000/ 398550		-20	-10	50m
S14	Can Bombarda	499367/4399978			-20 (Q)	50,6m
S16	Sa Pobla Nord.	4403350/502600	-110	-30	-8	12m
S17	Sa Pobla Est.	4402400/503400	-47?	-24	-17 (PII). 0m	13m
S18	Muro/Sa Pobla	4401000/504000	-134	-23	-11 (PII)	2m
S20	Son Poquet	4405050/505050		-55?	-45	3m
S21	Can Fornaris	4405700/503800				28m
S22	Can Pere cuida	4406400/506000				15m
S25	Albufera	4405000/509600			-45 (PII)	0.5m
	Albufera (Fornós *et al.,* 1996	4406300/504500/				0.5 m
	Albufera (Mateu, 1982)	4404795/509777	-316	-185		
	Ermita Sant Vicens	4399291/501470				20m
	Son Manyo	4400453/502382				22m
	Clot de can Amer (Plistocè marí)	4403379/505113			3m	3m

Taula 1. Perfils i talls estudiats. Localització coordenades al *Google Earth Pro* i altura del primer registre Miocè (Mi) i del primer Pliocè (Pi)- *Margues amb Amusium sp*; PII/Q. 2on cicle Pliocè i Plio-Plistocè; Alt. Altura en superfície.

Table 1. *Profiles and cuts studied. Location coordinates in Google Earth Pro and height of the first Miocene record (Mi) Pliocene (PI)- marls with Amusium sp. ;PII/Q. Pliocene II and Plio- Pleistocene; Alt. Surface height.*

Mateu (1982) estudia la microfauna d'un sondeig de s'Albufera d'Alcúdia (S31) o continuació de la zona d'estudi cap al nord. En ell ordena part de la sedimentació posttectònica de l'illa i separa la sedimentació finimiocena de la pliocena, observant les fàcies *Lagomare* i llacunars fronteres. Colom (1985) interpreta també el registre Pliocè marí de Mallorca separant-lo ja de manera clara del registre Miocè, tot a partir de sondejos de les conques de Palma, d'Inca i d'Alcúdia. Aquests estudis serveixen de referent per als estudis de Morey i Mas (2009) o Morey (2018, 2022) sobre el Tortomessinià i Pliocè mediterranis.

Barnolas *et al.* (1991), i en el mapa geològic de Mallorca- IGME representen la plana de Sa Marjal coberta de llims pleistocens, però les memòries IGME es basen en els sondeigs i estudis ja comentats i en la interpretació dels terrenys que envolten la plana per Muro-Santa Margalida i Llubí (Pomar *et al.,* 1983; Rodríguez-Perea, 1984; Fornós *et al.* 1991). Barnolas *et al.* (1991) són també els primers també que denoten la disruptiva elevació de Búger formada, segons aquests autors, per al·luvions pliopleistocens. Fornós *et al.* (1996) estudien un sondeig realitzat per la Junta d'aigües de la Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori a uns 3 Km al NE del nucli urbà de Sa Pobla dins l'actual Parc Natural de s'Albufera (Figs. 2 i 3) on descriuen la sèrie finimessiniana i pliocena del subsòl, i mostren l'inici de la sedimentació al·luvial-terrestre que

consideren ja pleistocena i la seva alternança amb fàcies més llimoses-llacunars i al·luvials.

Sastre (2003) identifica i interpreta el ventall al·luvial que ocupa el sector NE del sector estudiat notant la seva singularitat. La interpretació d'aquest sistema sedimentari se publica per primera vegada en aquest estudi. La identificació del registre fini-messinià en superfície i la reordenació del Miocè post- tectònic i del Pliocè dels voltants de Sa Marjal junt amb el registre equivalent per l'illa (Morey i Mas, 2009; Mas, 2015; Morey, 2018; 2021; 2022; 2023) proporcionen més referents per a reinterpretar la zona estudiada.

De l'estudi de García Yagüe (inèdit). Aspectes metodològics

El vocabulari emprat per García Yagüe (inèdit) és el propi dels anys 60 del segle passat i es pot simplificar amb fins a 11 unitats sedimentàries sintectòniques i posttectòniques no sempre ben definides. Aquestes i de més antigues a més modernes (Barnolas *et al.,* 1991; Morey; 2022) (Fig. 2A. 2B) són:

-A). Margues grises i blanques. Burdigalià. Miocè sintectònic.

-B). Margues carbonoses i calcàries amb gasteròpodes i restes de lignits. Serraval·lià.

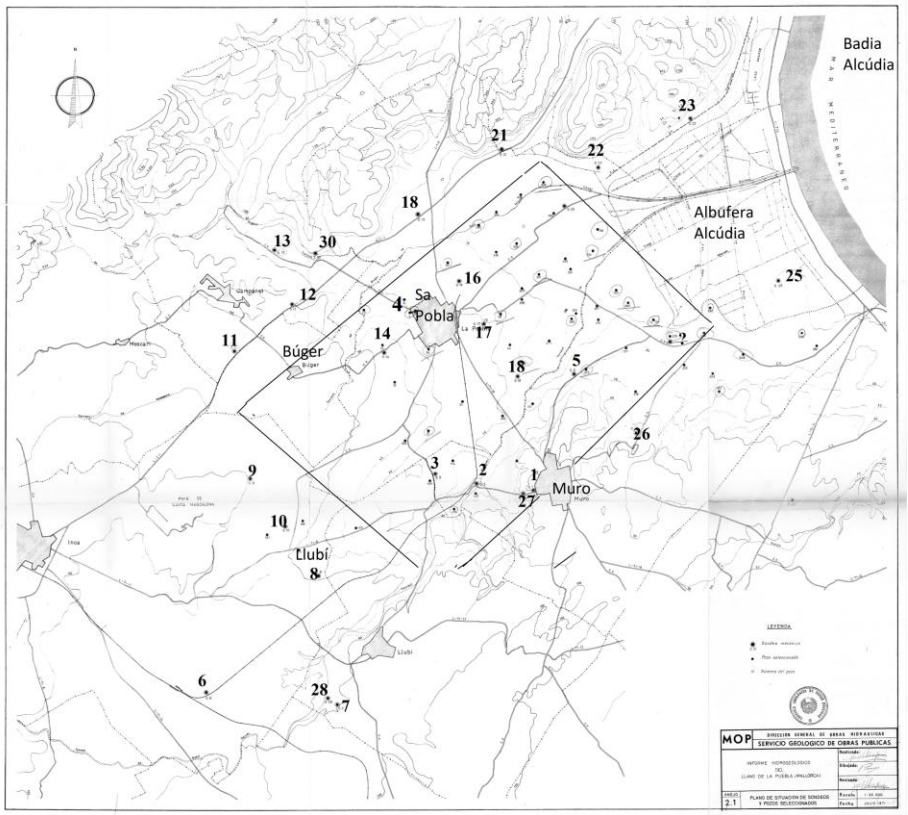

Fig. 1. Mapa de sondeigs seleccionats i nova numeració (Taula I) sobre mapa de García Yagüe.
Fig. 1. *Map of selected soundings and new numbering (Table I) on map of García Yagüe.*

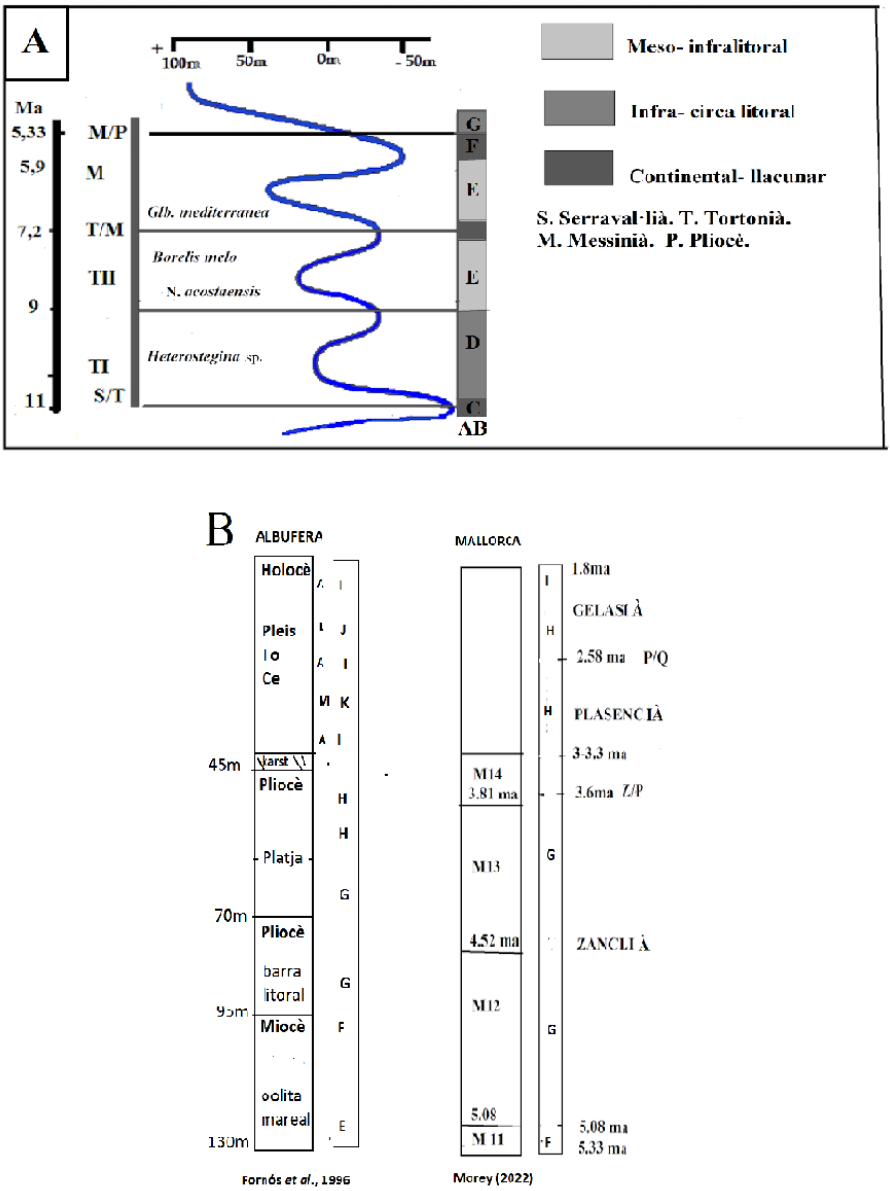

Fig. 2. Unitats de García Yagüe en el text (majúscules) i posició en el perfils miocens sobre gràfiques de Huq *et al*. (1984), Morey (2022a) i perfils /sondeigs de Mateu (1982) i Fornós *et al.* (1996).
Fig. 2. *García Yagüe units in the text (capital letters) and position in the miocene profiles on graphics by Huq et al. (1987), Morey (2022a) and profiles/soundings by Mateu (1982) and Fornós et al. (1996).*

-C). Calcàries amb Sílex. Serraval·lià.

-D). Molasses grogues i grises amb *Amusium* sp. Tortonià.

-E). Molasses blanques i grises amb fauna meso- infralitoral. Diverses fàcies. Torto- messinià.

-F). Calcàries amb Sílex i margues llacunars. Finimessinià.

-G). Margues groc- beix amb *Amusium* sp. pliocenes. Pliocè inicial.

-H). Calcàries dures obscures (tipus Fm. Santanyí) i molasses blanques. Pliocè final/Pleistocè.

-I). Al·luvions. *Bolos* (còdols de torrent decimètrics i arrodonits), llims vermells travertins, i conglomerats. Possibles llims semblants pot ser miocens i plio-pleistocens mals de datar.

-J). Llims obscurs amb matèria orgànica. Pliopleistocè.

-K). Restes de sistemes dunars pleistocens.

Sondeigs per a interpretar el Miocè i el Pliocè

Dels 30 sondeigs estudiats per Garcia Yagüe (inèdit) s'han seleccionat els presents en la zona d'estudi més útils per a interpretar les fàcies miocenes i pliocenes del subsòl: (Taula 1. Fig. 4).

S1. Muro. Mostra el registre Torto-Messinià.

-De -70 a -50m. Molasses grogues tortonianes .

-De -50 a - 40m. Molasses margoses

-De - 40? a - 30m. Molasses tipus Santanyí.

-Darrers 30m molasses blanques i blanes.

S2. Muro oest.

-De -240 a -93m. Margues grises i blanques i calcàries amb gasteròpodes llacunars i lignits (Burdigalià i Serraval·lià).

-De -93 a -68 m. Molasses torto-messinianes estratificades

-De -68 a -22 m. Molasses blanques messinianes.

-De -22 a -19 m. Finimessinià margós.

-De -19 a -1 m. Pliocè. El Quaternari comença a sols un metre.

S3. Camí de Llubí a Sa Pobla vora S2. De base a sostre se descriuen:

-De -221 a -121 m. Margues blanques i margues negroses carbonoses. Burdigalià i Serraval·lià.

-De -121 a -86 m. Nivells amb *Amusium* sp. Tortonians?.

-De -86 a -43 m. Margues arenoses grises i noves margues amb *Amusium* sp. Pliocè.

-De -43 m a -1 m. Molasses dures obscures. Pliopleistocè.

S4. Entrada de sa Pobla. De base a sostre comprèn:

-Burdigalià a uns 230 m.

-De -230 a -130 m. Llims i al·luvions. Tortonià continental

-80 m. Capa amb *Amusium* sp. grocs i 10m de molasses blanques (Pliocè I i II).

-28 m de llims i al·luvions plistocens.

S5. Muro nord cap a Albufera. De base a sostre mostra:

-De -152 a -100 m. Burdigalià i Serraval·lià amb pirolusita (inclusió marina).

-De -100 a -70 m. Molassa fina i compacta. Torto- Messinià

-De -70 a -44 m. Calcària dura tipus Santanyí. Messinià?

-De -44 a -15 m. Pliocè gris- groc.

-De -15 a 0 m. Pliopleistocè dur i llims vermells travertins.

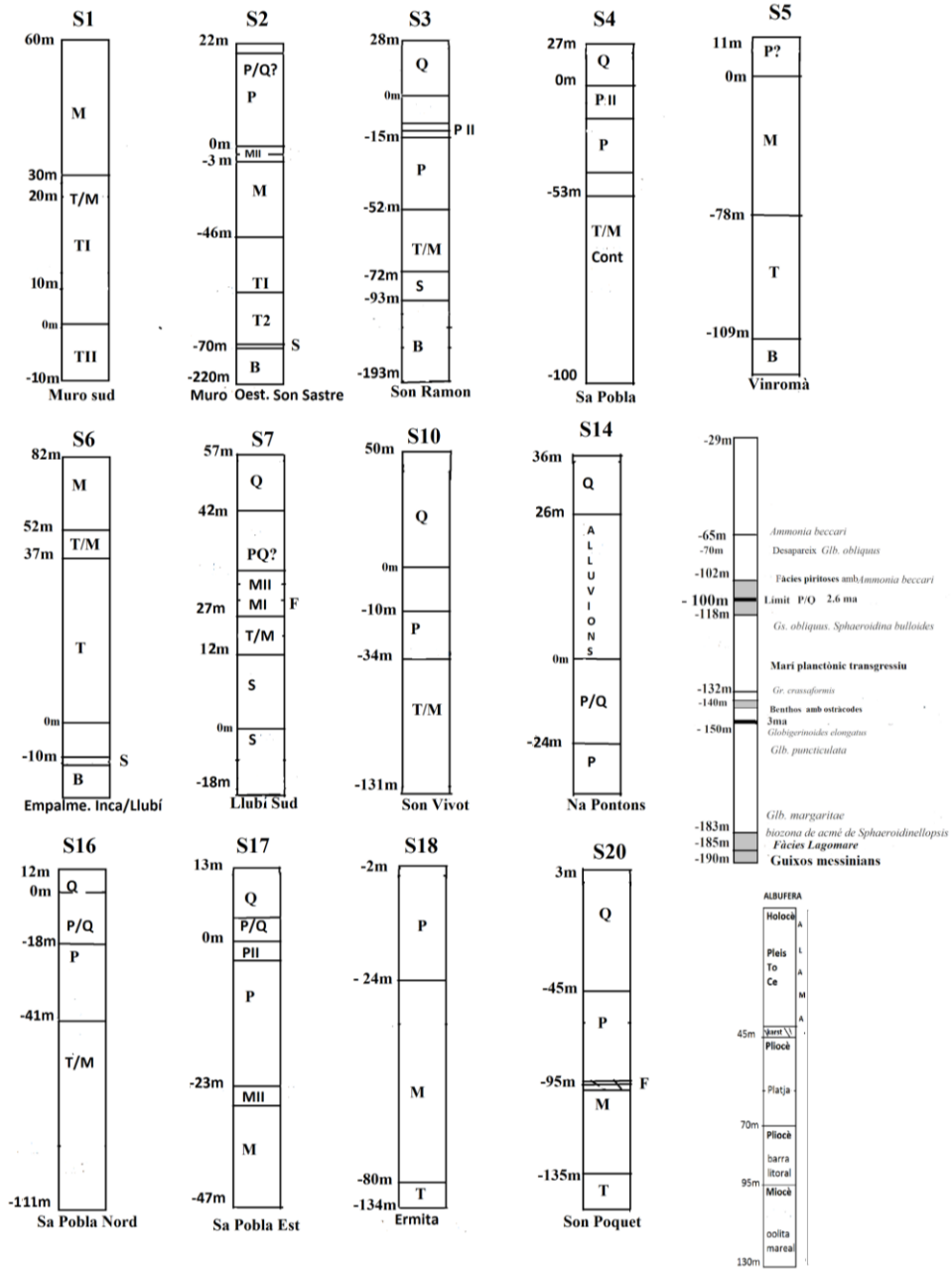

Fig. 3. Sondeigs i edats segons text. Sondeig S31 de Mateu (1982) i de Fornós *et al.* (1996)
Fig. 3. *Surveys and ages according to text. Survey S31 (Mateu, 1982) and Fornós et al. (1996).*

S7. Sud de Llubí-Sa Vinyola. Un dels sondeigs més allunyats de la mar actual.

-De -71 a -45 m. Molasses amb Sílex (Serraval·lià).

-De -45 a -30 m. Molasses del Tortomessinià.

-De -30 a -15 m. Finimessinià amb sílex.

-De -15 a -9 m. Finimessinià i pliocè blanquinós.

- De- 9 a 0 m. Llims i al·luvions.

S14. Entre Búger i Sa Pobla.

-De -63 a -67 m. Calcària blanca gresosa.

-De -63 a -60 m. Calcàries grises.

-De -60 a -27 m. Nivells margosos grises i conglomerats amb grans *bolos* (ventall al·luvial interpretat en aquest estudi) interrompudes als -27 m per un metre de calcarenites gris clar.

-De -26 a 0 m. Nivells mètrics de conglomerats arenosos i llims obscurs o vermellosos segons antiguitat interromputs als -22 m per 0.5 m de margues grogues afectades per tectònica.

S16. Sa Pobla Nord. De base a sostre mostra

-De -190 a -123 m. Margues blanques i grises. Burdigalià /Serraval·lià.

-De -123 a 53 m. Molasses tortomessinianes. Tortonià-Messinià i *Lagomare*?.

-De -53 a -37 m. Margues grogues i grises.

-De - 37 a -30 m. Molassa dura i enllosada groguenca. Pliocè

-De - 30 a -13 m. Molassa groga amb llims, *bolos* i còdols. Ventall al·luvial pleistocè.

-De -13 a 0 m. Pleistocè marronenc-obscur. Nivells pantanosos amb còdols dels conglomerats.

S17. Sa Pobla Est. Perfil mal definit que de base a sostre contén (amb dubtes):

-De - 60 a -36 m. Molasses grogues i blanquinoses. Messinià?

-De -36 a -30 m. Margues pliocenes amb *Amusium* sp. Pliocè

-De -30 a -6 m. Molassa travertinitzada i carstificada i llims vermells. Pliocè II i Pleistocè.

-De -6 a 0 m. Llims i conglomerats. Sedimentació al·luvial i llacunar. Pleistocè.

S18. Ermita Muro/ Sa Pobla. De base a sostre comprèn:

-De- 136 a -26 m. Tres capes o fàcies de Tortonià-messinià.

-De -26 a -13 m. Pliocè.

-De -13 a 0 m. Calcàries dures i grises. 2on cicle pliocè/Pleistocè.

S20. Sa Pobla nord. Perfil molt mal definit que mostra:

-De -174 a -98 m. Tortomessinià. Mal definit

-De -98 a -71 m. Fàcies messinianes?

-De -71 a -44 m. Des de *Lagomare* fins a finals del Pliocè mal de definir.

-De -44 a 0 m. Llims pleistocens i margues amb macs i graves.

Sondeigs de Sastre (2003). Sondeigs per a la interpretació de la sedimentació al·luvial pleistocena present al N- NE de la zona estudiada i al nucli urbà de Sa Pobla (Taula 1):

Sondeig 1: (S4). De sostre a base

0 a 15 metres llims rojos clars amb còdols rodats, al final calcificats (encrostament?)

15 a 25,3 metres llims rojos clars amb còdols rodats

Segueix llim que passa a molassa (Pliocè).

Sondeig 2: (S14). De sostre a base.

0 a 9 metres llims clars amb còdols i graves de fins a 15 centímetres de diàmetre

9,25 a 13 metres llims rojos amb graves rodades

13 a 16,7 metres llims més clars amb graves i còdols

16,7 a 20,5 metres llims clars amb algun còdol

Segueixen calcàries pliocenes obscures descrites com a Fm. Pont d'Inca.

Sondeig 3: (S16). De sostre a base

0 a 12,7 metres terra fosca de l'antic pantà i segueix conglomerat que passa a ser cimentat

12,7 a 26 metres margues grogues o llims, amb còdols rodats i pedres.

Segueix molassa.

Sondeig 4: (S17). De sostre a base

0 a 6,1 metres llims clars amb còdols rodats i conglomerat cimentat

6,1 a 10,9 metres calcarenita travertinitzada i carstificada; fissures cimentades amb llims rojos

10,9 a 12,2 metres llims rojos obscurs

Segueix molassa marina amb fòssils plio- pleistocena.

Sondeig 5: (S20)

0 a 2 metres terra fosca de l'antiga Albufera

2 a 9,4 metres llims clars amb còdols rodats. Passa a margues castanyes grogues amb graves

9,4 a 15,2 metres margues grogues ocres amb graves i còdols rodats. Segueix molassa

Talls estratigràfics en la sedimentació al·luvial N-NE i nucli de Sa Pobla (Fig. 4)

En aquests Sastre (2003) identifica fins a cinc unitats sedimentàries en funció de la coloració *Munsell,* matriu i contingut granulomètric. Aquestes unitats "a priori" respondrien a diferents episodis erosius, transgressius i regressius i a fàcies associades a sedimentació d'aiguamoll i són:

Unitat 1: conglomerat amb còdols variant d'arrodonits a angulars. Matriu llimosa roig- vermellosa.

Unitat 2: llims amb pocs còdols poc arrodonits, i alguns de petita dimensió arrodonits.

Unitat 3: conglomerat amb còdols arrodonits, graves angulars i matriu llimosa groguenca.

Unitat 4: terres de l'antiga Albufera, de coloració fosca i sense presència de còdols.

Unitat 5: argiles corresponents a una antiga zona humida (només visible en el tall 8).

Les descripcions dels talls sedimentaris, associades en aquestes unitats s'observen a continuació:

Tall 1 (Can Carraixet)

-14 m SE-NE. Potència de 2,25 metres. Unitat 1, (1'10 m de potència a sostre) separada de la unitat 3 (0'90 m de potència visible) a mur parcial per un testimoni arenós, no associable a la U 2.

Tall 2 (prop de Can Bombarda)

-7 m SE-NE. Potència de 4'70 m. Unitat 1 amb còdols de dimensió decimètrica. Fanglomerat.

Tall 3 (Sa Llebre)

-10 m SE-NE. Potència de 3 metres. Unitat 1 a sostre (0'50 m de potència). Seguida de la U2 (1'70 m de potència) i petits còdols molt rodats. Es veu de manera parcial la unitat 3 (0'70 metres de potència) amb còdols de dimensió mitjana.

Tall 4 (Carretera Búger- Sa Pobla)

-10,5 m SE-NE. Potència de 1,40 metres. Unitat 1 a sostre (0,3 m de potència) seguida de U2 (0,5m de potència) amb petites graves. La unitat 3 apareix, parcial, amb fins a 0,6 m de potència.

Tall 5 (Carrer Ctra. Inca)

-8 m S-N. Potència de 1,7 m. Unitat 3. Tipologia *braided* i còdols centimètrics.

Tall 6 (Carrer de sa Creu)

8 m S-N. 2m de potència. Unitat 3. Tipologia *braided* i còdols centimètrics.

Tall 7 (Carrer de sa Fortalesa en direcció l'Albufera)

-6'5 m S-N. 2,5 m de potència. Unitat 4 (0,30m de potència) a sostre seguida de la U2 i de la U3 (llim fi i còdols) que compacta al límit visible del tall a mur. Encrostament en el límit entre U4 i U2.

Tall 8 (vies del tren durant les obres 1999-2000)

14,2 m W-E. 3.9 m de potència. Unitat 3 (2'95 m de potència) amb conglomerat amb còdols de petita dimensió molt rodats i presència de *Cerastoderma glaucum*. A mur U5 (0,95m) amb argiles, pròpies d'ambients pantanosos o d'albufera (Guillem Mateu, comunicació personal).

Talls en els ponts del tren - pont de Son Manyo (Fig. 5A. 5B. 5C. Fig. 6A).
De base a sostre s'observen:

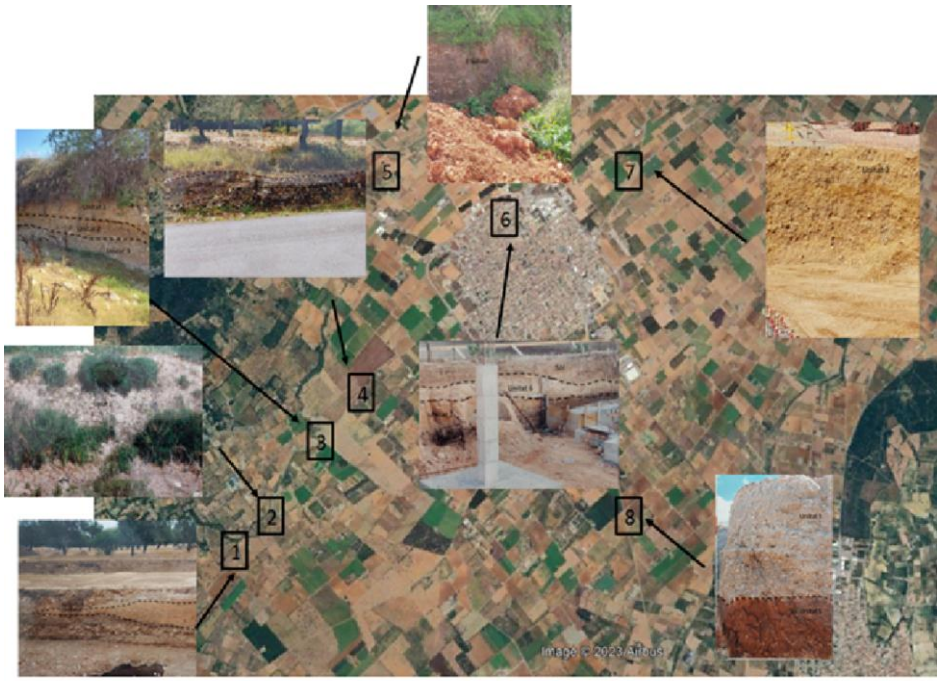

Fig. 4. Talls estratigràfics estudiats per Sastre (2003) en el ventall al·luvial de Sa Pobla *(GoogleEarthPro)*.
Fig. 4. *Stratigraphic sections studied by Sastre (2003) in the alluvial fan of Sa Pobla village (GoogleEarthPro).*

-1 a -1,5 m. Margues arenoses massives grogues amb redols de fauna de pectínids amb evidències de transport i d'altres amb fauna inframesolitoral dipositada en ambient sedimentari més tranquil (Fig. 5A. 6B)

-20 cm. Capa de marga blanca amb alguns ostreids de presència i potència irregular (Fig. 5C)

-1.5 m. Calcàries dures obscures massives o estratificades plegades en direcció *SSO- NNE*. (Fig. 6A).

-20-40 cm. Terra de cultiu. Llims rojos obscurs i al·luvions (còdols) de torrent.

Discussió i conclusions

Dels materials pretectònics

La majoria de còdols amb els que comencen alguns cicles sedimentaris post-tectònics o que formen el ventall al·luvial de Sa Pobla (Sastre, 2003) provenen dels relleus dels voltants de la conca estudiada. Són en gran majoria còdols (roques arrodonides centimètriques i decimètriques) de materials juràssics, cretàcics o eocens-oligocens (Barnolas *et al.,* 1991).

Dels materials sintectònics

Dipositats per sobre dels pretectònics mentre es produeix l'estructuració alpina principal de l'illa (25- 15 Ma) (Rodríguez Perea, 1984) apareixen en superfície per sota el Miocè de Muro i en la base de molts sondeigs (S2, S3, S4, S16). Garcia Yagüe els defineix com a marques blanques i grises marines i sovint els descriu de manera conjunta amb els materials serraval·lians de caràcter més restringit (Burdigalià superior lacustre. S2; S16; S17). Rodríguez-Perea (1984) i llavors Barnolas *et al*. (1991) defineixen aquests materials com a calcarenites massives bioturbades, calcàries bioclàstiques i conglomerats litorals amb fauna de bivalves, equínids, ostreids, dents de peixos i foraminífers marins (*Formació Calcarenítica de Sant Elm*. Burdigalià-Languià inferior) que evolucionen a margues turbidítiques de talús i plana submarina (*Fm. Turbidita de Banyalbufar*. Rodríguez-Perea, 1984. Langhià. Seqüència transgressiva).

Dels materials potstectònics

Materials dipositats en els grabens de l'illa en posterioritat a l'estructuració alpina principal (Serraval·lià. 15-13 Ma – actualitat) (Morey, 2022).

Serraval·lià

La sedimentació post- tectònica comença amb conglomerats *clad-supported* de còdols arrodonits de calcàries i dolomies juràssiques i matriu d'arenes i margues grises i verdoses amb laminació paral·lela (Barnolas *et al.,* 1991). Segueixen calcàries micrítiques de naturalesa algal i uns 30- 35m de margues grises i verdoses amb lignits (*Fm. Calcàries de Sa Verdera. Fm. Margues de Pina.* Fornós *et al.,* 1991). Tot significa el pas d'una zona de pro delta a una zona de front deltaic per acabar amb nivells de salobrar (regressió marina). Aquest registre i en la zona estudiada s'observa sols en sondeig (S2, S3, S4 o S5). En superfície el turó de Muro mostra un trànsit discontinu del registre Langhià al Tortomessinià fet que contrasta amb el registre proper del poble de Santa Margalida i referent per Mallorca (Pomar *et al.,* 1983; Fornós *et al.,* 1991).

Tortonià- Messinià I

Sobre els nivells margosos anteriors, es dipositen fins a 80m de calcàries marines arrecifals (turó de Muro. Barnolas *et al.,*1991) citades per García Yagüe com a molasses grogues, blanques i grises amb copinyam. Aquests nous cicles marins-litorals s'inicien amb conglomerats de matriu arenosa (10 m) als que segueixen 40

m de nivells oolítics i bioclàstics porosos alternant amb d'altres més margo- arenosos i bioturbats (Barnolas *et al*., 1991). En el turó de Muro la sedimentació continua amb 10m de *floatstones* de rodòlits i 15m de *grandstones* de copinyam i de coralls tot amb el foraminífer *Borelis melo* (Barnolas *et al.,* 1991; Morey, 2020). Els darrers 5 m se mostren cimentats (superfície erosiva?). Aquests materials i en superfície envolten la zona estudiada cap a l'Est i el Nord. (Muro-Llubí). En ser bons de diferenciar dels nivells margosos langhians i serraval·lians i dels posteriors llacunars i *Lagomare* finimessinians en mostrar abundant fauna marina meso- infralitoral (Bofill, 1999; Gómez Llueca, 1919; Bauzá, 1978) són un bon nivell guia per a interpretar els sondeigs propers. Les margues amb *Amusium* sp. d'aquesta edat (sedimentació infra-circalitoral) no s'observen en el turó de Muro però pot ser apareixen en indrets més subsidits (S3) tal i com passa en altres conques de l'illa (Colom, 1985) o en els penya- segats de la badia de Palma (Pomar *et al.,* 1983). També és probable que els cicles marins/litorals Tortonià I i II o Messinià I se puguin diferenciar tant en el turó de Muro com en varis sondeigs (SI, S2, S3, S5, S16) però se necessitaria un estudi més específic per datar i separar aquests registres amb claredat.

Messinià II

En el poble de Llubí i voltants s'observen argiles obscures, microbialites i calcàries laminades amb sílex (Mas, 2015). Per sobre apareixen argiles verdes i margues blanques fines amb fauna salobre i d'aigua dolça. Algunes d'aquestes fàcies són descrites també per Mateu (1982) en el subsòl de s'Albufera com a restes de llacs i salobrars associats a les crisis finimessinianes. Aquests materials són confosos en les memòries i mapa geològic IGME amb els serraval·lians propis de paleoambients semblants (Morey i Mas, 2009; Mas, 2015). Observats en context estratigràfic desapareix tota confusió possible. Les calcàries marines fossilíferes torto- messinianes fan de separació (S7).

Pliocè

Segons Morey (2022) i a partir de Lisiecki, i Raymo (2007), Dowset *et al.* (2013) o Khelifi *et al.* (2014) entre d'altres, el registre pliocè marí mediterrani es pot organitzar en fins a 5 episodis paleo-climàtics i paleo- oceanogràfics principals i aquest fet es reflecteix en la sedimentació pliocena marina de l'illa (Morey, 2020; 2022). Aquests episodis, alguns o la majoria intuïts ja per Mateu (1982), són:

a) Transgressió marina zancliana (5. 33 Ma. Krijgsman *et al.,* 1999). Zanclià inferior.

b) Estabilització marina. Sedimentació circa- infralitoral que evoluciona cap a mesolitoral. Zanclià

c) Refredament climàtic- trànsit Zanclià/Piacenzià.

d) Piacenzià. Nova estabilització climàtica i repunt càlid. Nova transgressió marina.

e) Inici de les glaciacions pleistocenes (3.2- 2.7 Ma. Gibbart *et al.,* 2010).

Pliocè inferior- PI

Tant en sondeigs com en superfície (Mateu, 1982; S3, S4, S5, S16, S17. Mas, 2015) i sobre els registres restringits finimessinians se documenten margues grogues amb associacions de foraminífers planctònics i fauna d'*Amusium* sp. Aquests ambients marins, sobre el registre restringit finimessinià marquen l'inici del Pliocè (Mateu, 1982; Krijgsmann *et al.,* 1999; Morey i Mas, 2009). La sèrie pliocena continua amb 30 - 50m de margues i calcarenites grogues o beix amb pectínids,

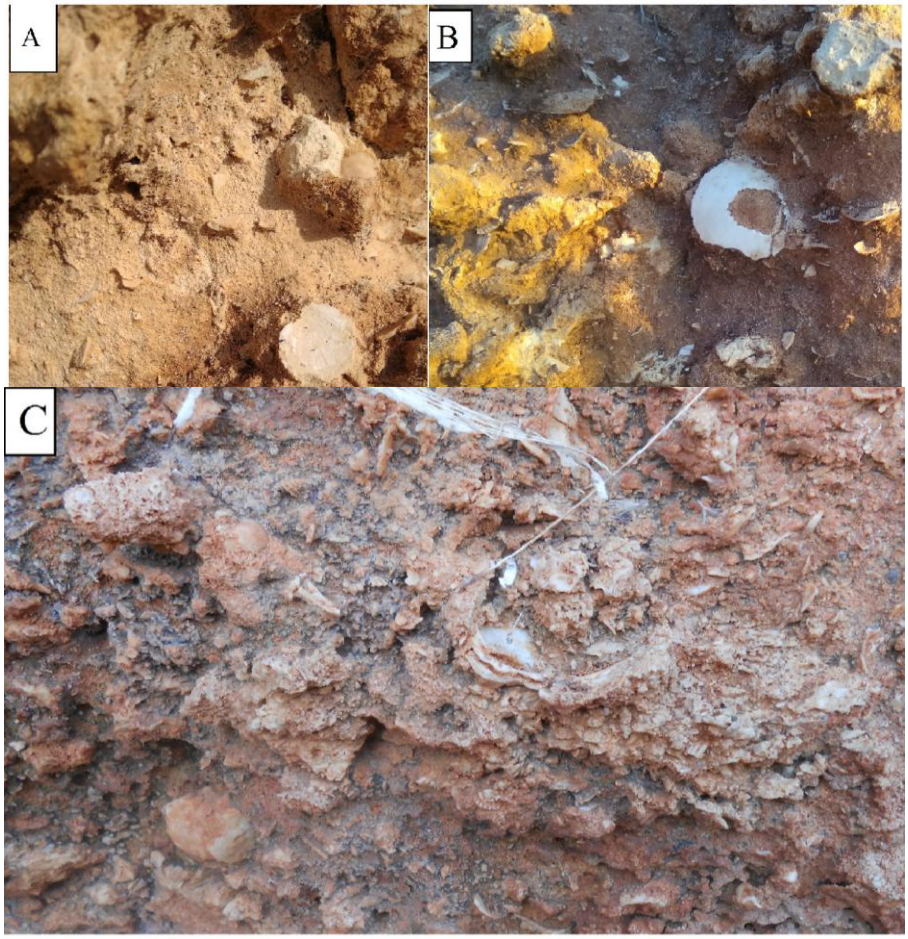

Fig. 5. Pliocè groc prop de la superfície. A. B. Talls de Pont de Son Manyo- ermita de Sant Vicens. C. Nivell d'ostreids per sota del Pliocè II (Fig. 6).
Fig. 5. *Yellow Pliocene near the surface. A. B. Cuts of Pont de Son Manyo- hermitage of Sant Vicens. C. Ostreid level below Pliocene II (Fig. 6).*

dents de peixos i equinoïdeus (Bauzá, 1978; Mas, 2015) i finalitza amb lumaquel·la de lamel·libranquis cimentada dura (superfície erosiva. S4. S16. S17).

Pliocè II

Mateu (1982) i en el sondeig 31 de s'Albufera ja planteja la discussió entre dos o tres possibles cicles marins pliocens (alguns avui considerats pleistocens. Gibart *et al.,* 2010; Morey, 2020, 2022). Més cap a l'interior i ja a sa Marjal s'observa amb claredat un segon cicle marí diferent al primer pliocè groc. Aquest comença amb restes de margues blanques amb ostreids que passen a calcàries obscures compactes sovint en forma de lloses (S3. Talls de Son Manyo. Fig. 6). Aquestes lloses, properes a

la superfície constitueixen molts dels materials constructius de Sa Marjal. Els nivells margosos grocs amb fauna marina que s'observen per sota aquestes lloses tant en els Ponts de Son Manyo, com en l'ermita de Sant Vicens es situen, i sempre segons els sondeigs S16 i S17, més prop del segon cicle Pliocè que del primer. Alguns nivells vermells entremesclats i la disposició desordenada de la fauna de pectínids que contenen, fins i tot amb restes d'*Amusiuns* sp, desplaçats dels nivells inferiors són tot indicis de que aquesta és fauna re-sedimentada (Fig. 5A; 5B).

En conjunt el primer registre pliocè o PI s'interpreta com a dipòsits de fan delta i plana litoral que evolucionen a dipòsits de platja cada vegada més somers (Fornós *et al.,* 1996). Els nivells de margues blanques amb ostreids i les calcàries obscures (amb manganès) que els segueixen (Figs. 5 i 6) corresponen a ambients més restringits propers ja al Piacenzià o PII sempre per comparació amb el registre present en la resta de conques posttectòniques de l'illa (Morey, 2022).

En conjunt el primer registre pliocè o PI s'interpreta com a dipòsits de fan delta i plana litoral que evolucionen a dipòsits de platja cada vegada més somers (Fornós *et al.,* 1996). Els nivells de margues blanques amb ostreids i les calcàries obscures (amb manganès) que els segueixen (Figs. 5 i 6) corresponen a ambients més restringits propers ja al Piacenzià o PII sempre per comparació amb el registre present en la resta de conques post- tectòniques de l'illa (Morey, 2022).

Del trànsit Pliocè- PII al Pleistocè

La fauna ictiològica de Talapi estudiada per Bauzá (1978) a partir del material extret de varis sondejos (materials mesclats. Bauzá, com. personal) fou classificada primer com a pliocena però mostra una biodiversitat molt superior a la resta de jaciments pliocens de l'illa (fins a 500% més. 65 sp.) (Morey, 2017b; Morey, 2020). També mostra una important presència d'espècies de clima temperat corrents avui en la Mediterrània (*Conger* sp., *Mugil* sp., *Gobius* sp. Etc.) quan el clima Pliocè és majoritàriament càlid tropical (Aguirre, 1995; Morey, 2022). Aquesta fauna podria indicar un refredament climàtic important proper al Plasencià o ja en el Pleistocè Inferior. També Mateu (1982) documenta una nova bentonització del registre prop dels 2.6 Ma (-120 i -114 m).

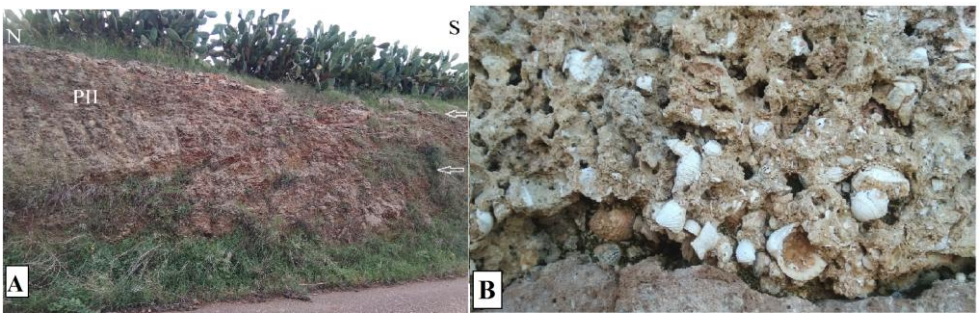

Fig. 6. Pliocè II. Calcàries obscures en forma de lloses i plegades del Pont de Son Manyo. B. restes de platja pleistocena

Fig. 6. *Pliocene II. Obscure limestones in the form of slabs and folds of Pont de Son Manyo. B. Pleistocene beach remains.*

De la ciclicitat del registre Miocè i Pliocè

En els sondeigs i els perfils estratigràfics que mostren la sedimentació miocena i pliocena del subsòl de Sa Marjal (Fig. 2A. 2B; Fig. 3) s'observen repeticions de fàcies semblants en color i textura o amb mateix significat paleo- ambiental però en distinta posició estratigràfica. En general aquestes fàcies se corresponen també a paleo- ambients semblants de distintes edats, fet freqüent en registres fini- miocens i pliocens mediterranis, de final de conca com l'estudiat (Aguirre, 1995; Corbí, 2010; Morey, 2018, 2022) (Fig. 2). Tot és reflex de les diverses transgressions i regressions marines lligades als canvis climàtics propis d'aquestes edats i o d'altres esdeveniments tectònics (Krigjsmann *et al.,* 1999). De fet cada nou cicle transgressiu és sol iniciar amb fàcies de conglomerats (Muro. Barnolas *et al*., 1991).

Els registres i/o paleoambients semblants d'edats distintes i observats o descrits en el subsòl de Sa Marjal són els següents:

-Dos nivells de margues grogues amb *Amusium* sp (circalitoral) fàcies pròpies de les transgressions marines que inicien els períodes Tortonià i Pliocè (Pomar i Wart, 1994; Morey i Mas, 2009).

-Dos nivells de sílex i guixos separats per molasses torto- messinianes amb fauna marina (S7). Els inferiors se corresponen als registres restringits serraval·lians i els superiors són els propis de les crisis fini-messinianes (Morey i Mas, 2009; Mas, 2015; Morey, 2018).

-Dos nivells de calcàries obscures tipus Pont d'Inca (Garcia Yagüe inèdit) separats per margues grogues amb *Amusium* sp. (Pliocè). Els inferiors són els nivells amb sílex finimessinians i els superiors es situen entre el final del Pliocè- principis del Pleistocè i no contenen sílex.

-D'altres nivells de llims vermells i al·luvions presents en diversos sondeigs poden ser miocens, pliocens o pleistocens tot en funció de la seva posició entre fàcies marines i amb fauna.

Del Pleistocè

En els sondeigs de s'Albufera (Mateu,1982; Fornós *et al*., 1996) i en la sedimentació al·luvial present a sa Marjal s'identifiquen fàcies sedimentàries de tipus al·luvial (llims i conglomerats), amb imbricacions de zona humida- aiguamolls (Sastre (2003) i que responen a distints períodes pleistocens-holocens (Fornós *et al.,* 1996; Sastre. 2003). Entre tota aquesta potent sedimentació crida l'atenció les poques restes de sistemes platja- duna costaners pleistocens molt més presents a la resta de badies litorals de l'illa com Palma o Campos (Cuerda, 1989; Morey, 2008; Vicens, 2015).

D'un edifici sedimentari particular

En el sector N-NE de l'àrea estudiada, Sastre (2003) identifica un edifici sedimentari de fins a 20 metres de potència. (Figs. 4 i 7) format per alternança de fàcies d'aiguamolls i de conglomerats amb matriu llimosa o margo- llimosa. Aquest conjunt de fàcies amb fins a cinc unitats sedimentàries distintes corresponen a formes sedimentàries pleistocenes, lligades a una important activitat fluvio-torrencial si més no atípica, per a una teòrica plana d'inundació (Sastre, 2003). Les fàcies conglomeràtiques presents en aquest edifici sedimentari tampoc són típiques de plana d'inundació ja que contenen còdols de diferent diàmetre (diferent distància des de l'origen. Sastre, 2003). Tampoc la dimensió de l'edifici o la violència d'alguns episodis d'inundació documentats en la zona (la Plena d'en Gelat de 1852, o 1990) s'ajusten a una teòrica plana com sa Marjal. Aquesta

estructura a més forma una lleugera elevació on seu la vila de Sa Pobla (15 m. Anomenada vila el 1300, Sastre 2003). Tot respon millor a una morfologia de ventall al·luvial en mostrar fàcies pròpies de la zona apical i mitjana d'aquesta estructura sedimentària (Sastre, 2003). Amb tot l'estructura observada tampoc mostra la morfologia o s'adapta al model comunament acceptat d'un ventall al·luvial típic. Les dimensions dels sediments presents no són les pròpies d'un ventall de peu de mont i presenta episodis propis de *debris flow*, amb intercalacions poc importants de *sheetflods*, o *mudflow*. Tot concorda millor amb un model de ventall de forma mixta o *flooplainfan* (Rannie, 1990) per bé que tampoc acabi d'encaixar en la definició per mors les dimensions del sediment conglomeràtic (Sastre, 2003). Aquesta particular estructura pot respondre, segons Sastre (2003), a distintes causes. Al respecte Rainnie (1990, així com altres autors, ja assenyalaven que en la formació i en la posterior evolució de ventalls al·luvials intervenen factors climàtics i/o tectònics que arriben a condicionar el tipus de sedimentació.

Causes o factors tectònics

Tectònica positiva

La majoria d'autors coincideixen que en acabar l'estructuració alpina principal i a partir del Serraval·lià (15-13 Ma aprox.), s'inicia una fase més distensiva per al conjunt de l'illa i que origina grabens o semigrabens com el de la conca d'Alcúdia

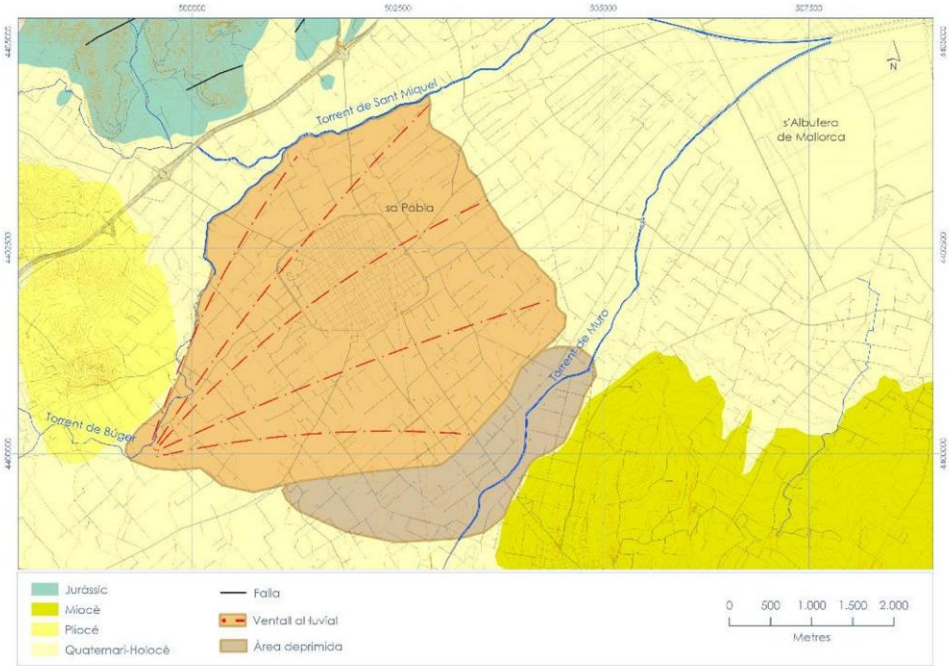

Fig. 7. Mapa de l'àrea del ventall al·luvial- *floodplainfan* de sa Pobla (*Arcgis*).
***Fig.** 7. Map of the alluvial fan-floodplain fan area of Sa Pobla (Arcgis).*

on es situa sa Marjal (Sàbat *et al.,* 2011; Moragues *et al.,* 2021). Amb tot Morey i Mas (2009), Driussi *et al.* (2015) o Raad (2022), observen una reactivació de la tectònica positiva en l'entorn mediterrani proper a l'arxipèlag balear o en la mateixa illa i en superfície entre el finals del Pliocè i principis del Pleistocè i que afecta també a alguns materials miocens i pliocens (Morey, 2020; 2022). Aquesta reactivació podria ser també la responsable del plegament dels materials finipliocens observats en el pont de Son Manyo (Fig. 6) o de l'aixecament i estructuració del turó de Búger situat just a l'oest del ventall al·luvial estudiat (Fig. 8A; 8B). El turó de Búger és una elevació bastant recent a raó dels materials implicats en la seva estructuració (Pliopleistocè. Barnolas *et al.,* 1991). Part d'ells serien també l'origen dels sediments que hauria format un ventall al·luvial subsidiari al peu d'aquestes elevacions i que seria l'observat en la zona estudiada. Les restes del desmantellament d'aquest segon ventall serien igual a les documentades per Fornós *et al.* (1996) a s'Albufera.

Tectònica distensiva

Oliveros *et al.* (1961) intueixen que la falla o les falles que individualitzen la Serra de Tramuntana de la conca d'Inca individualitza també la Conca d'Alcúdia- Sa Pobla. Del Olmo i Álvaro (1984) o Moragues (2021) representen també una falla normal al nord oest d'aquesta conca i Morey (2023) situa sa Marjal emmarcada també a l'est per la continuació de la falla de Cala Gamba- Santa Eugènia –Sencelles-torrent de Muro (Figs. 9A. 9B). Els sondeigs estudiats permeten intuir també falles transversals en aquestes que deixarien el final del Miocè a – 23m en el subsòl de sa Marjal (S18. Ermita) respecte dels 60m del poble de Muro (Fig. 9A). Al respecte de tot Sánchez- Alzola *et al.* (2014) o Mas *et al.* (2015) i per extensió Raad (2022) interpreten que la deformació cortical actual de l'illa de Mallorca és més pròpia de camps d'esforç d'esqueix lligats a falles direccionals. En canvi, Morey (2025) dubta

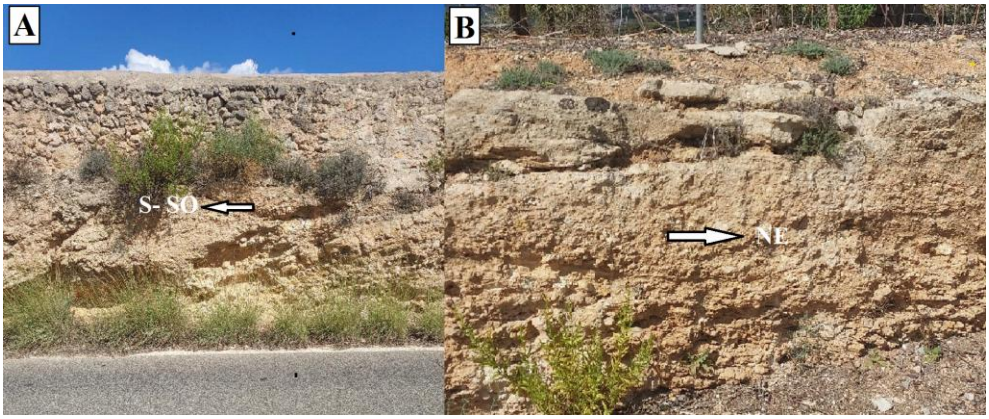

Fig. 8. Talls carretera de Búger (A) i tall en camí transversal (B) on s'observa que la sedimentació davallada de la Serra de Tramuntana(A) canvia de direcció gairebé en perpendicular (B) aixecant el turó de Búger

Fig. 8. *Búger road section (A) and transverse road section (B) where it is observed that the downward sedimentation of the Serra de Tramuntana (A) changes direction almost perpendicularly (B) raising the hill of Búger*

de que aquestes deformacions hagin aixecat elevacions amb materials pliocens o més recents com les de Santa Eugènia o Búger per que aquestes no mostren estructures *Strike-Slipe* característiques de deformacions transversals i la seva estratigrafia és concordant. Llavors semblen més producte de plegaments normals provocats pel re-ajustament de la placa tectònica africana respecte de les plaques ibèrica i europea com els observats per Driussi *et al.* (2015) en el canal d'Eivissa. Amb tot, les dues hipòtesis no són excloents.

Factors climàtics. En un registre de final de conca com l'estudiat i pels darrers 2.6 Ma "a priori" s'hauria d'observar una alternança de fàcies marines, llacunars i terrestres tot en funció de les successives transgressions i regressions marines lligades als distints episodis glacials/interglacials pleistocens (Cuerda, 1989; Morey, 2008; Vicens, 2015). Aquests canvis i en els ventalls al·luvials litorals poden suposar canvis en la xarxa torrencial que els alimenta (desviament, captura de cursos, Silva *et al.,* 2005.) o en la seva pròpia configuració. Els perfils i sondeigs estudiats mostren alternança de fàcies d'aiguamolls i dipòsits fluvio-torrencials, però poques restes de calcarenites marines o restes de sistemes dunars pleistocens fossilitzats (Fornós *et al.,* 1996; Sastre, 2003). Tampoc els talls o els sondejos de sa Marjal contínua mostren calcarenites marines com les que apareixen en l'entorn de Búger (Fig. 8B). Mentre, en entorns propers a l'Albufera actual i en superfície, s'han localitzat calcarenites amb una important concentració de *Cerastoderma* sp. (Sastre, 2003; Morey, 2021. Fig. 6B. Clot de can Amer. Taula I) provinents d'una platja pleistocena semblant a les platges de Son Canals- Can Menut de la badia de Palma (Cuerda, 1989). Si bé no s'ha pogut localitzar l'indret d'origen (possiblement ja remogut per la intensa activitat agrícola) aquests materials són sens dubte autòctons en mostrar els característics còdols dels al·luvions presents en tota la conca, gairebé inexistents en calcarenites similars de la resta de badies de Mallorca

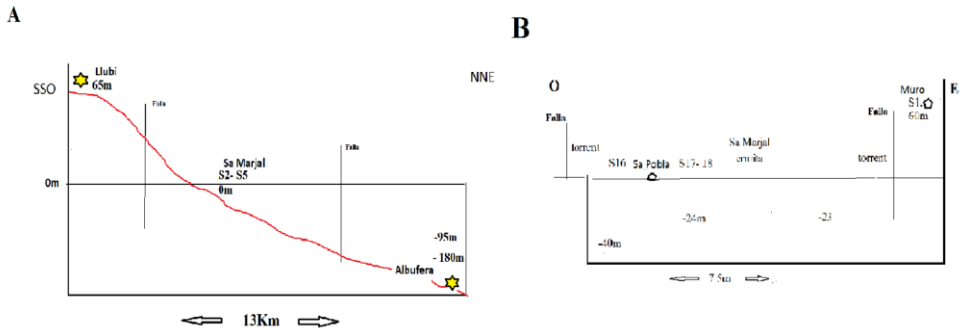

Fig. 9. Situació dels falles que enquadren Sa Marjal (A.B) i també l'altura on es situen els distints nivells guies (Calcàries messinianes, margues amb *Amusium* sp. pliocenes) que podrien indicar distintes falles transversals (B. ESO-ONO) en front la interpretació de Mas (2015) per a les conques de l'illa (A. Nivell vermell) molt més regular.

Fig. 9. *Location of the faults that frame Sa Marjal (A. B) and also the height where the different guiding levels are located (Messinian limestones, marls with Amusium sp. pliocenes) which could indicate different transversal faults (B. ESO-ONO) in front of the interpretation of Mas (2015) for the basins of the island (A. red level) much more regular.*

(Cuerda, 1989; Morey, 2008; Vicens., 2015). Aquestes calcarenites no apareixen en els perfils més interiors però en els talls estratigràfics de la Vila de Sa Pobla, on tot se pot interpretar amb més detall, si apareixen fàcies de conglomerats amb dimensió dels còdols que varien d'una unitat a l'altra i/o amb distinta composició de matriu, tot per sobre o per sota de diverses unitats d'aiguamolls. També fàcies de *Debris flow, Braided,* fanglomerats i *Sheetflood* pròpies de processos sedimentaris i erosius relacionats amb major afectació per transgressió- regressió marina (Sastre, 2003). Tot pot respondre als efectes de transgressions marines pleistocenes més antigues, fet que situaria els inicis de la formació del ventall al·luvial com anterior al Pleistocè superior. També podria significar que els efectes d'aquesta darrera transgressió marina s'haguessin superat amb l'activitat erosivo- sedimentària, fet que denotaria l'activitat recent del ventall al·luvial estudiat. Els processos d'inundació documentats constaten també la dinàmica actual de l'edifici sedimentari sols mitigada per les actuacions antròpiques (eixamplament del llit a la zona de la inflexió de 90º a sa Llebre, canalitzacions, dics, ponts). Aquesta activitat seria inapreciable avui si no fos pels episodis d'inundació puntuals i violents, documentats tots amb un important transport de càrrega sedimentària de gran volum, reubicada per l'acció humana amb intervencions agressives (Sastre, 2003). El ventall semblaria una estructura relicta, si no fos per aquests processos i en aquesta inactivitat hi haurien influït tant factors climàtics com l'acció antròpica (Sastre, 2003). Amb tot si durant tot el Miocè i el Pliocè la sedimentació marina en el sector de conca de Sa Marjal és aclaparadora la presència de sedimentació marina pleistocena es residual fins i tot en els indrets més subsidents (Albufera. Mateu, 1982; Fornós *et al.,* 1996) . Si la conca d'Alcúdia hagués continuant la seva distensió regular durant el Pleistocè en cada transgressió marina, trobaríem fàcies marines, fet que no succeeix, al manco en el sector estudiat. L'única explicació possible al respecte és que el sistema/conca a partir del Pleistocè deixa de distendre, al manco en bona part del sector estudiat. Llavors l'acumulació continental augmenta en volum i en altura de manera més ràpida i en alguns indrets aquest increment (Búger- Sa Pobla) supera els efectes de les darreres transgressions marines. Tot seria una altra prova de tectònica positiva durant el Pleistocè en una conca considerada fins avui tota subsident.

Conclusió o recapitulació

S'aprofundeix en el coneixement del substrat geològic i d'algunes formes sedimentàries de Sa Marjal o plana al·luvial de sa Pobla. Se re- interpreta el subsòl i se publica per primera vegada un primer estudi sobre el ventall al·luvial on seu la Vila de Sa Pobla. En el subsòl de la plana i sobre el Miocè sintectònic s'observen diversos cicles sedimentaris miocens posttectònics que comprenen un registre Serraval·lià restringit, dos/tres cicles marins torto-messinians i altre registre restringit fini-messinià. Per damunt s'observen els dos cicles marins pliocens mediterranis, el segon no interpretat fins en aquest estudi i una posterior sedimentació pleistocena combinació d'al·luvions i fàcies de *lagoon*. Part de l'àrea estudiada respon a una morfologia de ventall al·luvial tipus *floodplainfan* o ventall de plana. Aquesta estructura s'observa afectada i/o alimentada per la tectònica pliopleistocena que aixeca el turó de Búger i modifica també la xarxa

torrencial. Tot semblaria una estructura relicte sinó fos pels esporàdics i violents episodis d'inundació mitigats per una agressiva acció antròpica, però també de desmantellament al sector nord pel torrent de Sant Miquel. Les primeres transgressions marines pleistocenes potser afecten a la plana o al ventall al·luvial observat però a mesura que avança el Pleistocè desapareixen els sediments marins en la zona. Tot podrien ser, de la mateixa manera que l'estructuració del ventall al·luvial indicis de tectònica positiva recent en una conca considerada fins ara subsident.

Referències

Aguirre, J. 1995. Implicaciones paleoambientales y paleogeográficas de dos discontinuidades estratigráficas en los depósitos pliocénicos de Cádiz (SW de España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8: 161-174.

Barnolas, A. *et al*. (1991). Memorias del mapa Geológico de España. Proyecto MAGNA. Hojas 698 (Palma), 699 (Porreres) y 671 (Inca). IGME. Madrid.

Bauzá, J. 1978. *Paleontología de Mallorca. 180 millones de años de la flora y la fauna de Mallorca*. In Mascaró, J. *Historia de Mallorca*, 7: 331- 340.

Bofill, C. i Poch. A. 1899. Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro, Isla de Mallorca. *Bol. R. Acad. Cien. y Artes*. Barcelona. 3.ª época I. 23.

Colom, G. 1985. Estratigrafía y Paleontología del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Baleares). *Boletín Geológico y Minero,* 96 (3): 235-302.

Colom, G. i Bauzá, J. 1949. Sobre la extensión del *Metaxitherium cuvieri* en las "molasas" Vindobonienses de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*. Madrid. 67. 91- 92.

Corbí, H. A. 2010. *Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura*. Tesis. U. A. 380 pp.

Cuerda, J. 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Con. Cult. Educ. Palma, 310 pp.

Del Olmo, P. i Álvaro, M. 1984a. Los sistemas de fracturación post- orogénicos de la Isla de Mallorca. *I Congreso Geológico Español.* 1. 137- 148.

Dowsett, H. J., Robinson, M. M., Stoll, D. K., Foley, K. M., Johnson, A., Williams, M. i Riesselman C. R. 2013. The Pliocene palaeoclimate reconstruction: time for a paradigm shift. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371.

Driussi, O., Briais, A. i Maillard, A. 2015. Evidence for transform motion along the South Balearic margin and implications for the kinematics of opening of the Algerian basin. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 186(4-5): 353-370.

El Kadiri, K., Serrano, F., Guerra-Merchán, A., Hlila, R. i Sanz de Galdeano, C. 2011. Pliocene Malalyine succession (NE Rif, Morocco): sequence stratigraphy and regional correlation. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 23 (1-2): 57- 67.

Fornós, J. J. Barón, A. i Pons, G. X. 1996. Evolució neògena de la zona de S'Albufera d'Alcúdia (Mallorca, Balears). Descripció de la sèrie estratigràfica (sondatge 1) i fàcies sedimentàries. *Bol. Soc. Hist. Nat*. Balears. 39. 149- 154.

Fornós, J. J., Marzo, M., Pomar, L., Ramos-Guerrero, E. i Rodríguez- Perea, A. 1991. *Evolución tectono- sedimentaria y análisis estratigráfico del Terciario de la Isla de Mallorca. Guía de Campo*. I Congreso. Grupo Español del Terciario*,* 145 pp.

García Yagüe, A. (inèdit). Informe de los Trabajos físicos realizados en el Llano de Sa Pobla (bahía de Alcudia, isla de Mallorca). Bib. Andreu Muntaner. 29 sondeigs. 45pp.

Gelabert, B. 1997. *L'estructura geològica de la meitat occidental de l'illa de Mallorca.* Tesis UB. IGME, 207 pp.

Giménez, J., Gelabert, B. i Sabat, F. 2007. El relieve de las Islas Baleares. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (2): 175- 184.

Gibbard, P. L., Head, M. J. i Walker, M. J. C. 2010. Subcommission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science*, 25: 96-102.

Gómez Llueca, F. 1919. El Mioceno marino de Muro (Mallorca). *Trab. Mus. Nac. Cien. Nat.* Serie Geol. Madrid. 25. 91.

Haq, B. U., Hardenbol, J. i Vail, P. R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235: 1156- 1167.

Khélifi, N., Sarnthein, M., Frank, F., Andersen, N. i Garbe- Schönberg, D. 2014. Late Pliocene variations of the Mediterranean outflow. *Marine Geology,* 357: 182-194.

Krijgsman, W., Hilgen, F. J., Raffi, I., Sierro, F. J. i Wilson, D. S. 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian Salinity Crisis. *Nature,* 400: 652-655.

Lisiecki, L. E. i Raymo, M. E. 2007. Plio-Pleistocene climate evolution: trends in obliquity and precession responses. *Quaternary Science Reviews,* 26: 56-76.

Mapas Topográficos Nacionales. 1:25000. 2001. Mallorca. Inst. Geo. Nal. Min. Fomento. Madrid.

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. UIB.

Mateu, G. 1982. El Neógeno de Mallorca: biocronoestratigrafía y paleoceanografía en base a los foraminíferos plantónicos. *Bol. Soc. d'Hist. Natural.* Balears, 26: 75- 133.

Moragues, L., Ruano, P., Azanon, J.M., Garrido, C.J., Hidas, K. i Booth-Rea, G. 2021. Two Cenozoic extensional phases in Mallorca and their implications in the geodynamic evolution of the western Mediterranean. *Tectonics*, 40 (11).

Morey, B. 2017. Geomorfología litoral, morfotectónica y distribución del registro fósil en Mallorca. En Pons, G. X., Lacruz, J. L. i Gómez- Pujol, Ll. (edit). *IX Jorn. Geomorfologia litoral*, 47- 51.

Morey, 2017. Contribución de los estudios ictiológicos a la interpretación del Plioceno marino de Mallorca (Mediterráneo occidental). En O' Dogherty, L. (ed). *33 Jorn. Soc. Esp. Pal*. 124-127.

Morey, B. 2018. El registro Messiniense de la isla de Mallorca (archipiélago Balear, Mediterráneo occidental). Revisión e interpretación. *Estudios Geológicos* 74. 2 .

Morey, B. 2020. *El patrimoni Paleontològic de Mallorca. Catalogació, caracterització i valoració. Propostes de gestió i conservació*. Tesi. 1099 pp. UIB. Palma.

Morey, B. 2021. *Geologia i paleontologia en el terme de Sa Pobla (Mallorca). Patrimoni paleontològic, poblament i materials*. XX Premi Alexandre Ballester 2020. 43pp.

Morey, B. 2022. El Pliocè marí de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental): proposta estratigràfica i paleoambiental. *In*: Pons G. X., Vicens, D. i del Valle, L. La Història Natural de les Balears i Andreu Muntaner Darder. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 139-174. Palma.

Morey, B. 2023. El potencial interpretativo de las acumulaciones de restos de moluscos litorales en las principales bahías de Mallorca (Archipiélago Balear. Mediterráneo occidental). Del Pleistoceno Superior al registro actual. *Cuaternario y Geomorfología*, 37 (1-2): 9-32.

Morey, B. 2025. Apunts geològics dels puigs de Son Seguí i de Santa Eugènia (Mallorca, Mediterrània occidental) des d'un enfocament multidisciplinar. In: Pons, G.X., Vicens, D. i del Valle, L. (edits.). La passió sota terra d'un biòleg i carstòleg vocacional. Llibre homenatge a Àngel Ginés. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 37: 261-284.

Morey, B. i Mas, G. 2009. Aproximació al neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bolletí Societat Història Natural.* Balears, 52: 99-123.

Ochoa, D., Sierro, F. J., Hilgen, F. J., Cortina, A., Lofi, J., Kouwenhoven, T. i Flores, J. A. 2018. Origin and implications of orbital-induced sedimentary cyclicity in Pliocene well-logs of the Western Mediterranean. *Marine Geology*, 403: 150-164.

Oliveros, J. M. Escandell, B. i Colom, G. 1960. Estudio de terrenos postburdigalienses en el llano central de la Isla de Mallorca. *Mem. Inst. Geo. Min*. 61. 349- 394.

Pomar, L. i Ward, W. C. 1994. Response of a late Miocene Mediterranean platform to high frequency eustasy. *Geology.* 22. 131- 134.

Pomar, L. Obrador, A. Fornós, J. J. i Rodríguez Perea, A. 1983. El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca). *Inst. Est. Bal.* UIB. Palma. 255pp

Raad, F. 2022. *Balearic Promontory architecture and history during the formation of the Mediterranean Salt Giant. Earth Sciences*. Tesis U. Montpellier, 2022. 382 pp.

Rainnie, W. F. 1990. The Portage la Prairie Floodplain Fan. a Rachoki, A.H. & Church, M. (eds.) *Alluvial fans: a field approach.* John Wiley and Sons. pp 179-194.

Rodríguez-Perea, A. 1984a. *El Mioceno de la Serra de Tramuntana. Estratigrafia, Sedimentologia e implicaciones estructurales*. Tesi. UB. 533 pp.

Sàbat F. Gelabert B. Rodríguez-Perea A. I Giménez J. 2011 Geological structure and evolution of Majorca: Implications for the origin of the Western Mediterranean. *Tectonophysics* 510. 217-238.

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.

Sastre, B. 2003. *La plana al·luvial de sa Pobla. Inundació històrica. Aspectes geomorfològics*. Memòria d'investigació. UIB. 116 pp. (Inèdita).

Silva, P. G. Goy, J. L. Zazo, C. Jiménez, J. Fornós, J. J. Cabero, A. Bardají, T. Mateos, R. González Hernández, F. M. Hillarie-Marcel, Cl. i Bassam, G. 2005. Mallorca island: Geomorphological evolution and neotectonics. *Sixth international conference on geomorphology. Field Trip Guide*. 38pp

Vicens, D. 2015. *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'Illa de Mallorca (Illes Balears. Mediterrània occidental*). Tesis. UIB, 754 pp.