

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

Per Jordi Montaner^(a), Ramon Julià^(b), Pere Castanyer^(c),
Joaquim Tremoleda^(c), Marta Santos^(c), Santi Riera^(d),
Juan Usera^(e) i Joan Solà^(a)

^(a) Geoservei, S.L · j.montaner@geoservei.com

^(b) Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera. CSIC · info@ija.csic.es

^(c) Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries · macempuries.cultura@gencat.cat

^(d) Dept. de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, UB · dep-phaarq@ub.edu

^(e) Dept. de Geologia, UV · dep.geologia@uv.es

RESUM:

Els estudis arqueològics i paleoambientals a l'entorn de l'Empúries antiga relaten la influència de l'evolució de la línia de costa i del traçat dels antics rius Ter i Fluvià en el desenvolupament urbà i la xarxa comercial d'aquest important assentament colonial; també en la seva decadència. La present contribució estudia aquesta evolució fluvio-litoral amb l'objectiu de vincular cronològicament els principals esdeveniments sedimentaris amb els models arqueològics d'organització de l'espai i ús del territori. L'aplicació d'aquests mètodes ha permès reconstruir l'arquitectura deposicional holocena de la plana litoral emporitana, definir les seves característiques sedimentàries en l'espai i el temps i avançar en la comprensió de l'evolució del litoral d'Empúries, des del Neolític fins a l'època medieval.

PARAULES CLAU:

Empúries, fluvio-estuari, Holocè, paleopaisatge.

ABSTRACT:

Archaeological and paleo-environmental research on the area surrounding the old Empúries settlement describes the influence of the evolution of the coastline and the former courses of the Rivers Ter and Fluvià on the urban development and trade network of this major colony, and on its subsequent decline. The present article analyses coastal and fluvial evolution with the aim of linking the chronology of the main sedimentary events with archaeological models of spatial organisation and territorial use. The application of these methods has enabled the authors to reconstruct the Holocene depositional architecture of the Empúries coastal plain, to define its sedimentary characteristics in space and time, and to contribute to understanding the evolution of the Empúries coastline from the Neolithic until the mediaeval period.

KEY WORDS:

Empúries, fluvial-estuarine, Holocene, paleo-landscape.

Recepció: 16/07/2014 · Acceptació: 05/08/2014

INTRODUCCIÓ

La incidència dels antics rius Ter i Fluvià en el desenvolupament socioeconòmic de l'Empúries clàssica i el seu entorn, en les relacions comercials i l'activitat portuària, en la estructuració i ús del territori i finalment, també, en la seva decadència, ha estat àmpliament subratllada al llarg de la darrera centúria per nombrosos autors (Pella, 1883, p. 571-572; Almagro, 1951, p. 82 i 144-145; Barbaza, 1988; Mar & Ruíz de Arbulo, 1993, p. 12-115; Marzoli, 1995). No és però, fins les darreres dècades, que els estudis de caràcter paleoambiental i paleogeomorfològics aporten referències cronològiques concretes sobre el terraplenament sedimentari de la plana i sobre l'evolució del paisatge i la línia de costa dels darrers mil·lennis. En aquestes aportacions més recents, la recerca s'ha orientat a establir l'evolució del paleopaisatge vegetal i els usos del territori a partir de la datació i la determinació dels espectres pol·línics continguts en els sediments (Parra, 1988; Parra et al., 2005; Buxó, 2001; Burjachs et al., 2005, p. 25-32; Riera & Esteban, 1994, p. 7-23). En els cas dels estudis geològics de la plana d'Empúries i del seu entorn, aquests s'han centrat a establir l'evolució fluvial i litoral dels rius Ter, Fluvià i Muga des del punt de vista geomorfològic (Marquès, 1986; Bach, 1986 i 2005; Marquès & Julià, 1983 i 1987; Mas et al., 1989 i 1999; Montaner et al., 1994 i 1995a), paleogeogràfic (Montaner & Solà, 2004; Roqué, 2006; Montaner et al., 1995b, 1999, 2010a i 2010b) i paleopaisatgístic (Blech et al., 1994 i 1998; Palet & Gurt, 1998, p. 41-48; Palet & Riera, 2001, p. 33-45; Palet et al., 2012 i 2013; Blech & Marzoli, 2005; Rambaud, 2005; Marquès & Julià, 2005; Marquès et al., 2010; Julià et al., en premsa).

En el vessant arqueològic, les hipòtesis sobre l'evolució de la plana i el litoral han interessat des de diversos punts de vista però, sobretot, pels aspectes relacionats amb l'adaptació dels pobles a les condicions naturals del medi físic i la necessitat de la seva transformació. En aquesta línia s'han realitzat treballs orientats a l'estudi de la parcel·lació i l'ús del territori (Borao, 1987; Plana, 1994; Ariño et al., 2004) o als projectes d'ubicació, construcció i d'adequació de l'estructura portuària d'Empúries (Nieto & Raurich, 1998; Bony et al., 2011; Nieto et al., 2005; Castanyer et al., 2013).

Una de les qüestions que afegeix complexitat a tots aquests estudis és el fet que les principals traces relictas de l'antic paisatge han estat esborrades en motiu de la ràpida transformació a la què

ha estat sotmesa la plana i el territori en general, sobretot a partir dels inicis de la nostra era. En aquest sentit, l'ampliació dels coneixements sobre la organització de l'espai i l'ús del territori, que en el cas de l'entorn d'Empúries s'han enfocat sobretot a partir de l'arribada dels primers colons foces (massaliotes), ha hagut de recórrer necessàriament a tècniques d'estudi de tipus estratigràfic i paleogeomorfològic, que gradualment s'han integrat com a mètodes de suport de les exploracions arqueològiques convencionals del subsòl.

Els estudis basats en l'anàlisi estratigràfica i paleogeomorfològica del paisatge antic poden donar resposta a qüestions rellevants com la ubicació de les antigues lleres fluvials o les àrees amb sediments al·luvials fèrtils, la situació de les zones humides o les llacunes interiors i litorals, i l'evolució temporal de la línia de costa. També ajuden a establir hipòtesis sobre la ubicació i característiques de les desembocadures fluvials, que en el cas de l'Empúries clàssica és una de les qüestions determinants a l'hora d'interpretar la seva funció com a port de resguard marítim i com a mitjà d'accés comercial cap a l'interior.

Per tot això, els objectius d'aquesta contribució s'han dirigit a la definició cronoestratigràfica de la seqüència deposicional holocena de la plana d'Empúries i del seu entorn, dins un àmbit que comprèn des de l'estret de Belcaire-Albons fins el Fluvià Vell (Fig.1). En el sector concret de la franja litoral, la reconstrucció cronològica dels esdeveniments sedimentaris dels darrers mil·lennis s'ha establert d'una forma més detallada, en consideració al notable interès que suscita la seva vinculació amb el paisatge que es van trobar els primers assentaments colonials establerts a Empúries, així com la seva evolució i transformació fins a l'època medieval i moderna.

1. EMPÚRIES I EL SEU ENTORN

1.1. CONTEXT ARQUEOLÒGIC

El conjunt arqueològic d'Empúries se situa sobre una costa rocosa formada pels contraforts més septentrionals del massís del Montgrí, d'on arrenca justament la base de l'arc litoral que forma la badia de Roses. L'estratègia que motivà l'elecció d'aquest emplaçament com a punt d'hàbitat en el transcurs dels segles cal cercar-la sobretot en les característiques naturals del lloc, que devien afavorir l'establiment continuat dels diversos nuclis urbans que s'hi succe-

ïren: la disponibilitat de diferents espais portuaris, l'accessibilitat a un curs fluvial proper, un entorn ric en llacunes i aiguamolls i l'accés al mar per llevant.

El recorregut històric d'Empúries arrenca d'ençà l'època del Bronze final, moment que marca una clara progressió de l'hàbitat a la plana empordanesa, que es localitza en petites elevacions pròximes a la costa (Pons, 1984). Als jaciments ja coneguts de la Fonollera, Puig Mascaró, Mas Pinell o Parrallí s'hi pot afegir també el de Sant Martí d'Empúries, ben documentat a les excavacions realitzades en diferents sector d'aquest nucli (Esteba & Pons 1999, p. 89-101). És també en el mateix promontori de Sant Martí d'Empúries on es documenta un primer assentament estable corresponent a l'edat del Ferro (Castanyer et al., 1999a, p. 105-138) que, segons els estudis geomorfològics realitzats (Marzoli, 2005; Blech & Marzoli, 2005; Rambaud, 2005), en aquesta època configuraria una petita illa unida a terra ferma per un petit istme.

Molt probablement aquestes particulars característiques foren igualment determinants en l'elecció d'aquest indret per part dels colonitzadors grecs que, cap a finals del segle VI aC, hi establiren un primer assentament colonial: la Palaia Polis (Castanyer et al., 1999b, p. 217-330; Santos et al., 2013). La petita badia natural que s'estenia entre la illa/península de Sant Martí d'Empúries i el promontori rocós situat més al sud degué afavorir la creació i desenvolupament d'una nova ciutat grega, Emporion, que en transformar-se en una petita polis colonial va ser port d'escala referent en les rutes de navegació comercial de l'època en el litoral de la península ibèrica (Aquilué et al., 2011, p. 121-147).

A partir del segle II aC, l'establiment a Empúries d'un campament militar en el context de la conquesta romana de la península ibèrica suposa l'inici de l'augment del trànsit i l'activitat comercial d'Empòrion, que obligà a habilitar un nou port a llevant del nucli grec i probablement també a utilitzar la desembocadura del Fluvià o altres espais com a lloc de desembarcament dels contingents militars i del seu avituallament (Nieto & Raurich, 1998, p. 56-76; Nieto et al., 2005, p. 71-100). Damunt les restes del campament romà es bastirà, a inicis del segle I aC, una ciutat de nova planta, de 22,5 hectàrees delimitades per un recinte emmurallat (Aquilué et al., 1999; Aquilué (ed.), 2012). Des d'aquest moment Empúries queda constituïda pels dos antics nuclis grecs d'Emporion i per la nova ciutat romana. La creació del municipium Emporiae en època

d'August va suposar la monumentalització de l'espai central o fòrum i la unió material de la ciutat romana amb el vell recinte grec, que a partir d'aquell moment esdevindria un barri més (Aquilué et al., 1999).

A partir de la segona meitat del segle I dC es detecten els primers símptomes de regressió urbana i de transformació funcional de determinats sectors d'Emporiae. El procés d'abandonament progressiu dels espais urbans finalitza a la segona meitat del segle III dC. Llevat d'una extensa àrea cementirial articulada entorn d'una església o cella memoriae bastida al segle IV dC damunt les restes de l'antiga ciutat grega (Nolla & Sagrera, 1996), l'activitat es concentrarà durant tota l'antiguitat tardana a Sant Martí d'Empúries, que serà la seu del bisbat del seu nom i que exercirà la capitalitat política, administrativa i ideològica d'un ampli territori. Empúries és manté com la capital del comtat fins el segle XI, moment en el qual es trasllada a Castelló d'Empúries. L'ocupació de l'indret va continuar d'ençà l'època medieval fins a l'actualitat, esdevenint així l'únic lligam continuat que permet enllaçar el orígens més remots amb l'Empúries present.

1.2 CONTEXT GEOMORFOLÒGIC

La plana holocena d'Empúries constitueix el braç septentrional de la plana al·luvial del Baix Ter. Limita pel sud amb l'estret que formen els promontoris de Belcaire i Albons, amb els relleus mesozoics del massís del Montgrí a llevant, els vessants plioquaternaris de la muntanya de Vilopriu a ponent, i la plana del Fluvià al nord (Fig. 1).

Aquesta plana està formada majoritàriament per dipòsits holocens que s'han dipositat sobre un paleorelleu basal precedent. En alguns llocs de la plana aquest paleorelleu està format per argiles i graves pliocenes d'origen deltaic, atribuïbles a l'anomenat: delta de Viladamat (Picart et al., 1996). En els vessants del límit oest de la plana encara avui dia es reconeixen en aflorament aquests materials deltaics. En d'altres llocs com el corredor d'Horta Vella o el de Cinclaus el paleorelleu està excavat directament sobre les calcàries mesozoiques del massís del Montgrí.

En general, la paleomorfologia regional d'aquest paleorelleu és la típica d'una vall d'incisió fluvial, i el seu origen es remunta al fort encaixament sobrevingut a la xarxa de drenatge fluvial durant

la caiguda del nivell del mar del darrer màxim glacial (Montaner & Solà, 2004; Montaner et al., 2010a, 2010b).

La part calcària del paleorelleu és una prolongació del massís del Montgrí, que s'estén sota la plana d'Empúries en forma de blocs compartimentats i una disposició marcada per la traça dels antics fronts d'encavalcament NW-SE de Santa Caterina i de Montgó-Roca Maura (Mató et al., 1995a, 1995b i 1996) i de diverses falles normals de direcció SW-NE, similars a les que també segmenten les zones més internes del massís. Aquesta estructura compartimentada presenta una morfologia irregular, de manera que els blocs calcaris tant poden aflorar –en llocs com el nucli de Cinclaus–, com submergir-se a profunditats notables de més de 150 m, tal com s'ha interpretat de les testificacions dels sondatges realitzats durant els anys seixanta per part de l'antic Instituto Nacional de Colonización a l'estany de Bellcaire.

La disposició d'aquests blocs també pot arribar a configurar solcs o depressions morfoestructurals que, amb el temps, han anat quedant fossilitzades per dipòsits argilosos i gravosos d'edat neògena i quaternària. Un d'aquests solcs és reconeix mitjançant sondatges entre el nucli de Cinclaus i el promontori d'Empúries (Fig. 8), o bé, a nivell més regional, formant la cubeta existent entre l'estret d'Albons-Bellcaire i el promontori de Vilanera (Fig. 4A).

L'estudi de les testificacions més profundes ens suggereix que els solcs als què ens hem referit poden haver estat heretats de processos d'incisió més antics com, per exemple, el corresponent a l'establiment de la xarxa de drenatge messiniana, que en aquest període es va emmotllar sobre la plataforma mediterrània formant els principals recs o canons submarins (Got, 1973). També ens resulta interessant la funció que poden haver desenvolupat aquests solcs durant els períodes d'ascens del nivell del mar, com en el cas de la transgressió zanciana de l'inici del Pliocè (Riba, 1981), en la qual els solcs poden haver estat adoptats com a vies estuarines de penetració del mar. La presència de margues i argiles blavoses marines en diversos sondatges profunds de la plana d'Empúries o de l'antic estany de Bellcaire confirmarien la funció estuarina d'aquests solcs i la prolongació sud de la badia pliocena de l'Alt Empordà (Fleta et al., 1991) cap aquesta zona.

L'etapa final de la inundació transgressiva pliocena de la plana d'Empúries vindrà seguida per la instauració de nous sistemes deltaics que s'instal·laran damunt els estuaris precedents, terraple-

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

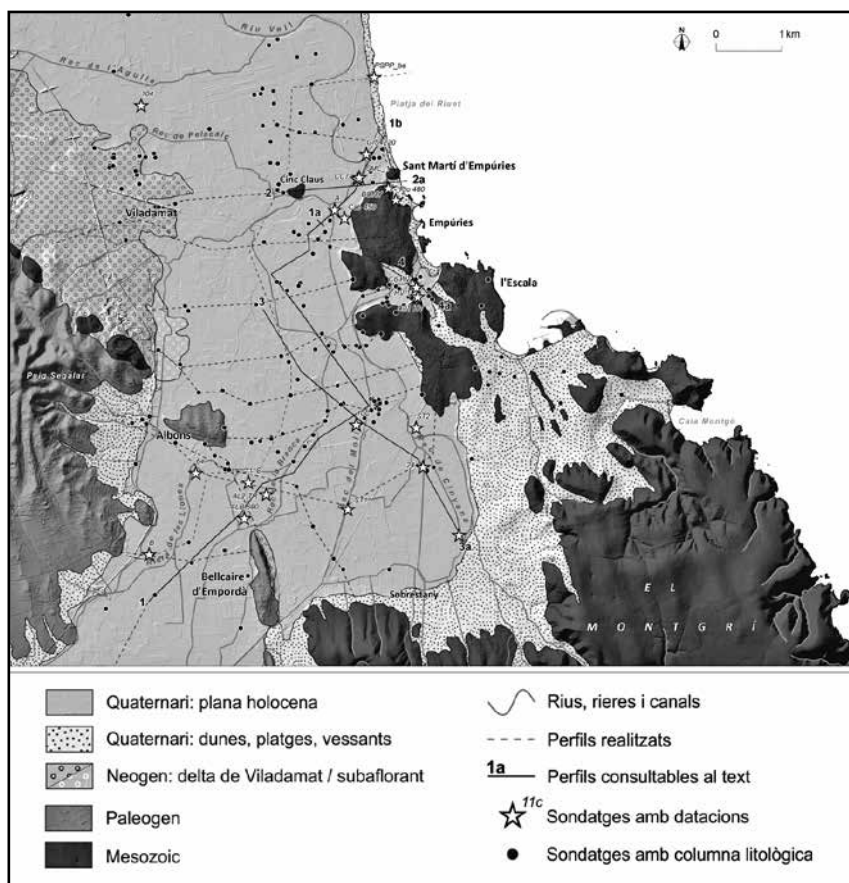


Fig. 1. Context geològic de l'entorn d'Empúries. Situació dels sondatges, punts amb datacions i perfils geològics realitzats per a establir l'evolució de la plana holocena. Amb traça contínua es mostren els perfils que figuren en el text, en els que s'ha establert l'associació d'ambients deposicionals i la cronoestratigrafia.

nant-los. Un d'aquests deltes va ser el delta de Viladamat (Fig. 1), descrit per Picart et al. (1996) i al què ja ens hem referit anteriorment

L'evolució sedimentària de la zona després del Pliocè continuarà fortament vinculada als cicles glacio-eustàtics plioquaternaris, que motivaran la deposició de registres sedimentaris a les valls fluvials interiors dels rius Ter i Fluvià, en forma d'unitats de terrassa al·luvial, i a les planes empordaneses com a dipòsits de grava i sorres argiloses de ventall al·luvial i fluvio-litorals (Solà et al., 1995). A la plana d'Empúries, per exemple, la testificació del sondatge 10C (Fig. 1)

descobreix just a la base dels dipòsits holocens una unitat d'edat plistocè superior (U3, Fig. 4A), amb una edat radiocarbònica de 32800 anys cal BP¹ (Parra, 1988 i 2005), quina correspondència cronoestratigràfica coincidiria amb els dipòsits de la unitat de terrassa al·luvial T3, localitzats al tram mig del Ter i amb una datació relativa similar (Solà et al., 1996).

Amb l'arribada del darrer màxim glacial, la caiguda del nivell del mar associada a aquest estadi va erosionar una part important dels registres sedimentaris plioquaternaris precedents, sobretot a les zones emergides no marines, on el desmantellament dels relleus preexistents va deixar la marca d'una extensa superfície d'erosió. Al damunt d'aquesta superfície, que anteriorment hem anomenat paleorelleu basal de la plana d'Empúries (Fig. 4, superfície SE), s'hi van instal·lar els feixos de sediments al·luvials i litorals que es desenvoluparen al final del Plistocè i durant tot l'Holocè i que són, precisament, l'objecte d'estudi d'aquesta contribució.

2. MÈTODE I DADES

L'arquitectura sedimentària holocena de la plana d'Empúries s'ha establert amb mètodes de correl·lació basats en els postulats de l'estratigrafia seqüencial aplicada a sistemes fluvials i litorals (Shumm, 1993; Stanley & Warne, 1997; Blum & Törnqvist, 2000; Catuneanu, 2006), en els què es té en compte la distribució dels ambients sedimentaris dins un cicle complet de descens a ascens del nivell del mar. Aquests criteris han estat aplicats per diversos autors a les planes litorals holocenes de diverses localitats del litoral mediterrani i atlàntic (Allen & Posamentier, 1993; Berendsen, 2005; Raynal, 2008; Hijma, 2009; Cohen et al., 2014, entre d'altres), i del litoral català (Montaner et al., 1995b; Montaner & Solà, 2004; Gámez, 2007; Riba & Colombo, 2009; Ercilla et al., 2010). Per a referenciar la posició i evolució del nivell del mar holocè s'han utilitzat les corbes eustàtiques representatives dels darrers 16.000 anys BP, establertes al golf de Lleó per diversos autors (Aloisi et al., 1975; Labeyre, 1976; Dubar, 1987) i sintetitzades a Sabatier i altres (2010), on es mostra aquesta evolució de l'ascens marí després del mínim eustàtic de la darrera glaciació.

¹ Símbol que indica que una data s'expressa en l'escala cronològica solar que té el seu origen en l'any 1950 dC i que compta els anys en sentit retrògrad.

Amb aquests criteris s'han generat una vintena de perfils que representen la correl·lació litològica i cronoestratigràfica dels diversos ambients sedimentaris de la plana. Aquest perfils s'han construït a partir de l'estudi d'un centenar i mig de columnes litològiques de procedència diversa, representatives de l'extensió sedimentària de la plana d'Empúries (Fig. 1). També s'han estudiat mapes històrics a partir de la seva georeferenciació respecte els models digitals del terreny actuals, així com diverses sèries de fotografies aèries antigues i recents. L'evolució cronològica dels sediments s'ha establert a partir de datacions radiocarbòniques publicades per diversos autors (Marzoli, 1995; Blech & Marzoli, 2005; Parra, 2005; Rambaud, 2005; Nieto et al., 2005; Marquès et al., 2010; Bony et al., 2011; Burjachs, 2012) però recalibrades en aquest treball a partir de la corba CalPal2007. En el cas de la calibració aplicada a les datacions procedents de petxines marines s'ha emprat una correcció d'aproximadament 400 anys que compensa l'efecte reservori marí tipus de la Mediterrània occidental (Siani et al., 2000). La resta de les datacions s'han obtingut de registres sedimentaris nous procedents de sondatges mecànics i de diversos sondatges manuals realitzats dins els projectes INTERAMBAR (2010-2012) i TERAMAR (2013-2015).²

D'entre els sondatges mecànics nous, els anomenats: HV-1 (o Horta Vella-1) i SME-1 (o Sant Martí d'Empúries-1) s'han perforat i descrit durant dues campanyes de camp i laboratori realitzades dins el període 2013-2014. Aquests sondatges s'han complementat mitjançant diversos sondatges manuals, barrinats amb una sonda russa, i en el sector d'Horta Vella amb les dades d'una prospecció arqueològica realitzada amb rases (Ferrer & Castanyer, 2013), dirigida pel Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries. Les dades cronològiques d'aquesta prospecció es troben parcialment recollides a Julià et al. (en premsa).

El model evolutiu sedimentari s'ha resolt amb la definició dels ambients deposicionals a partir de l'estudi de les descripcions litològiques i faunístiques de les columnes disponibles, així com la seva associació en l'espai i el temps. El mètode ha requerit un control de la posició dels ambients deposicionals respecte el nivell del mar corresponent a cada un dels estadis cronològics estudiats; nivell del mar que s'ha assignat en base a la corba eustàtica establerta a

² InterAmbAr (2010-2012 CGL2009-12676-C02-02) i TerAmAr (2013-2015 HAR2012-39087-C02-02) són dos projectes de recerca dirigits per R. Julià (IJA), S. Riera (UB) i J.M. Palet (ICAC).

Sabatier et al. (2010). La interpretació dels perfils cronoestratigràfics construïts mitjançant aquest sistema s'ha transcrit a un model digital d'elevacions d'alta resolució, des del qual ens ha estat possible representar gràficament el paleopaisatge dels estadis cronològics de més interès, que en el cas de l'àmbit estudiat és el corresponent al període de la colonització grega i romana d'Empúries.

2.1. SONDATGE SME-1

El sondatge SME-1, o Sant Martí d'Empúries-1, es troba ubicat a les coordenades X: 509345.7, Y: 4665457.1 (UTM 31N/ED50). La columna litològica de la Fig. 2 mostra els resultats de la testificació geològica de camp, així com les determinacions cronològiques de les principals mostres obtingudes. El sondatge presenta una sèrie holocena de sediments dipositats al damunt d'un substrat pliocè, que està representat per intercalacions de graves monomíctiques de calcària amb nivells d'argiles marrons. Seguint el criteri cartogràfic regional aquest substrat correspondria a la part basal del delta de Viladamat (Fig. 1).

Els sediments holocens presenten una primera unitat basal (EF, Fig. 2), entre els 6 i els 15 m de profunditat, amb graves i sorres de gra groller i fauna marina; també apareixen fines intercalacions de llims argilosos en les què alternen els de procedència fluvial i els d'ambient restringit. L'ambient deposicional d'aquesta unitat s'assimila a un lòbul d'acreció deltaica construït dins un medi estuari a partir de l'aportació de graves i sorres grolleres, dominantment de procedència fluvial, que han estat retreballades per la dinàmica litoral. La intercalació de llims argilosos pot correspondre a una successió d'aportacions fluvials fines, terbolenques, amb etapes de sedimentació litoral lacunar tancada o bé semitancada al mar. La datació d'una mostra de fibres vegetals contingudes en aquests llims, extreta entre 10 i 11 m de profunditat, va donar una edat de 2916 $\pm$ 35 anys cal BP (Fig. 2).

A la base de la unitat EF (Fig. 2), la sedimentació estuarina s'hauria produït dins un calat d'aigua considerable, d'aproximadament uns 10 m de profunditat, que gradualment hauria anat remetent d'acord amb el procés fluvial de terraplenament de la plana. Entre els 6 i els 8 m de profunditat, la unitat EF manifesta canvis de mida del gra de les aportacions fluvials que arriben a l'estuari, a més d'una major deposició de sediments fins d'ambient lacunar, fets

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

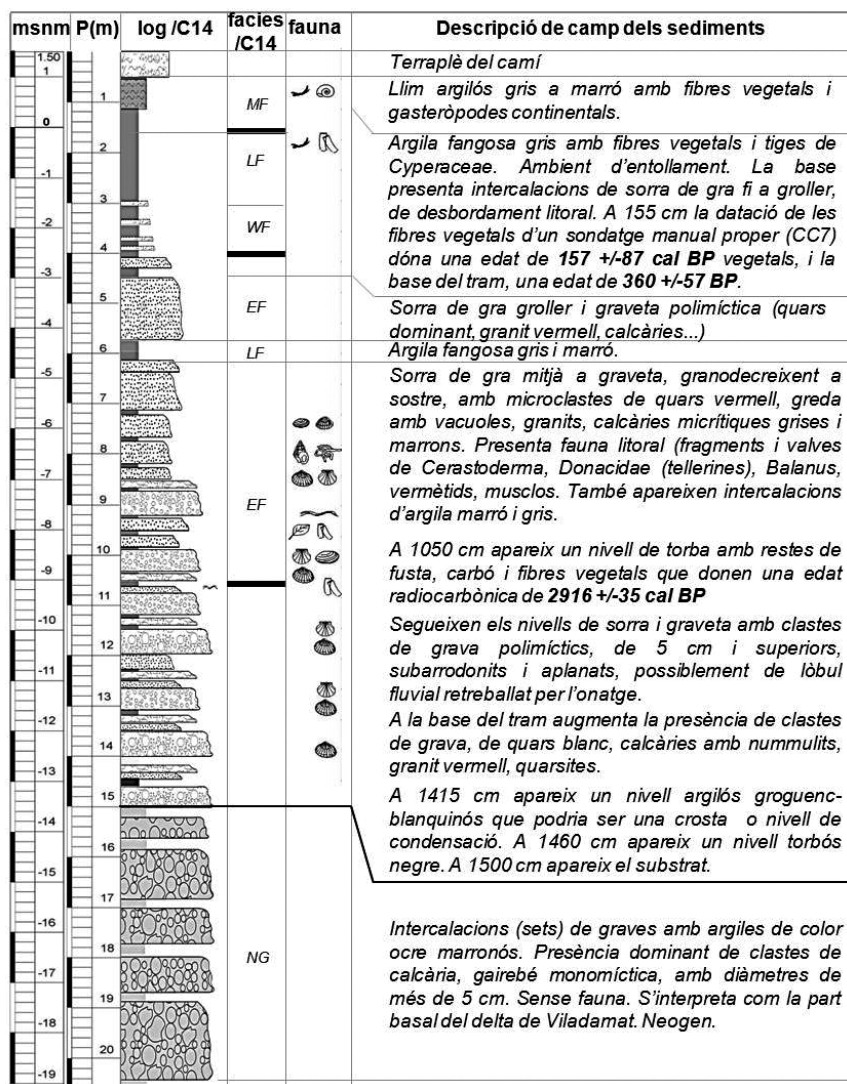


Fig. 2. Columna litològica del sondatge Sant Martí d'Empúries-1 (SME-1). La descripció litològica i faunística és la corresponent a la testificació de camp.

que, en conjunt, suggereixen la disminució de l'activitat fluvial i del ritme de terraplenament de l'estuari.

Al damunt de la unitat anterior, la sèrie holocena segueix amb sediments fangosos situats entre 1 i 6 m de profunditat. Són argiles molt poc llimoses, de color gris, assimilables a un ambient deposici-

onal d'estany (LF, Fig. 2) o a una llacuna litoral tancada o semitançada al mar. La datació d'unes mostres d'aquests fangs va donar edats de 360 $\pm$ 57 anys cal BP a una profunditat de 4 m, i 157 $\pm$ 87 anys cal BP, a una profunditat de 1,5 m.

La part basal de la unitat LF (Fig. 2) incorpora inclusions de la unitat subjacent (EF), que representen les darreres pulsacions fluvials del terraplenament i s'interpreten d'acord amb un model d'evolució gradual de sistema fluvio-estuari a sistema lacunar. També apareixen intercalacions de sorres fines litorals (WF) que arribarien al medi lacunar com a ventalls de desbordament dels temporals de llevant fins a la rereplatja. La sedimentació de la base de la unitat LF s'hauria produït amb un calat d'aigua d'aproximadament 3 m o superior, que progressivament anà remetent amb el temps fins a l'època moderna, en la què, malgrat tot, la làmina d'aigua va ser encara suficient per a mantenir una àmplia zona d'entollament (MF).

2.2. SONDATGE HV-1

El sondatge HV-1, o Horta Vella-1, es troba situat a les coordenades X: 510213.5, Y: 4663787.0 (UTM 31N/ED50). El registre quaternari d'aquest sondatge descansa sobre un substrat d'argiles plàstiques marrons, d'edat neogen (Fig. 3). En els primers metres basals, a una profunditat de 16,80 m, el registre presenta un nivell de sorres cimentades de gra groller amb bioclastes aferrats i argiles (PS) que s'interpreta com un paleosòl desenvolupat al damunt d'una duna o platja fòssil pleistocena. Fins a 12,65 m, el registre segueix amb dipòsits de vessant argilosos, que contenen nòduls de carbonat i clastes calcaris angulosos (CF).

La sèrie holocena es comença a reconèixer clarament a partir dels 12,65 m, just amb l'entrada d'argiles fangoses de color gris fosc, riques en matèria orgànica i d'ambient lacunar (LF). Aquestes argiles formen el que coneixem amb el nom de llacuna d'Horta Vella (Julià et al., en premsa) i arriben fins a una profunditat de 8,5 m. Presenten nivells laminats amb abundants restes de caròfits, diatomees tipus *Campilodiscus* i ostracodes, que es reconeixen entre 12,25 i 11,25 m (LF-L, Fig. 3). Aquests nivells passen a dipòsits fangosos de la unitat LF-O (Fig. 3), amb gasteròpodes tipus hidròbia i lumaquel·les de *Loripes* i *Cerastoderma*, i també *Bittium reticulatum* i *Rissoa* cf. *violacea*. El primer nivell amb foraminífers es localitza a 11 m de profunditat, on també apareixen restes de gasteròpo-

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

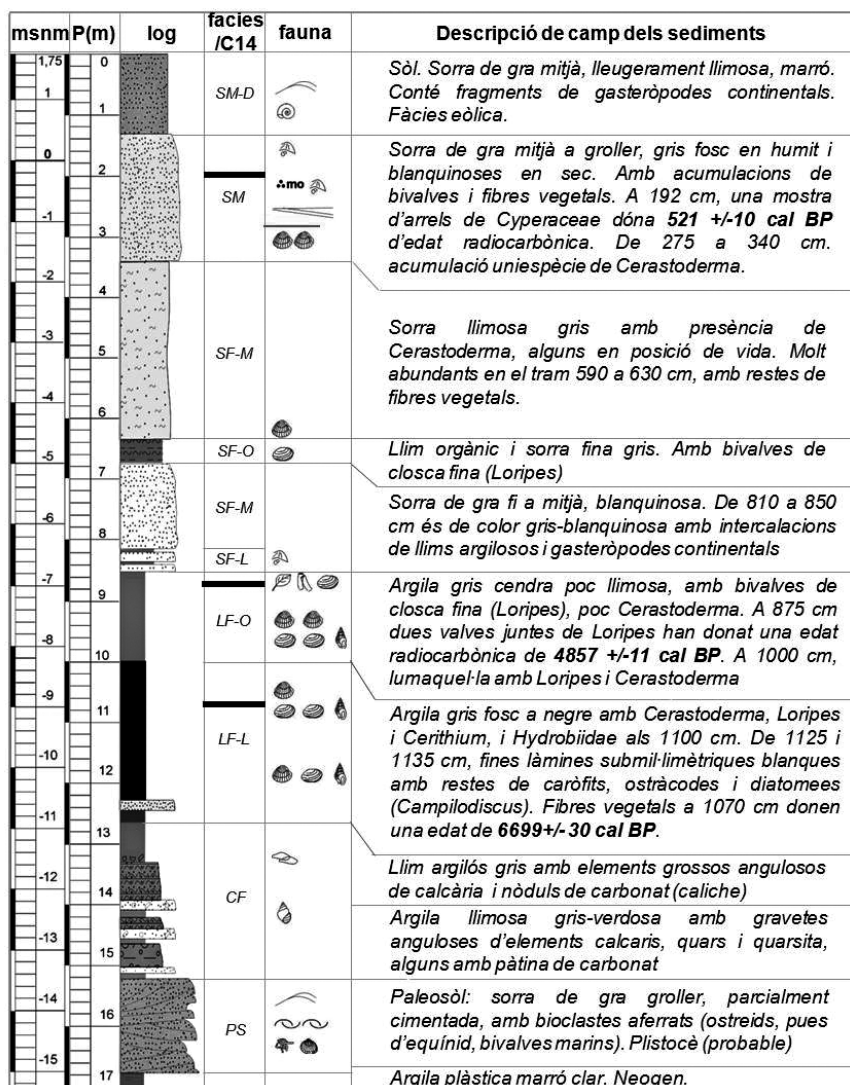


Fig. 3. Columna litològica del sondatge Horta Vella-1 (HV-1). La descripció litològica i faunística és la corresponent a la testificació de camp.

des, bivalves i ostracodes, i l'espècie dominant és *Ammonia tepida* (Cushman), molt abundant en nombre d'exemplars trobats, i *Elphidium excavatum* (Terquem). Aquesta associació indica un ambient d'aigües salobres mesohalines, propi de maresmes (Murray, 1973 i 2006; Blázquez & Usera, 2010).

La llacuna d'Horta Vella es va desenvolupar en un medi litoral confinat per la presència d'un cordó litoral arenós, que la protegiria del mar. L'estudi detallat de la fauna i flora continguda en els testimonis del sondatge HV-1 ajuda a determinar el grau de comunicació entre la «llacuna» i el mar, i en el cas de la unitat EF evidència que des de la seva base al sostre s'ha produït un progressiu increment de la salinitat i de la influència marina, que alhora pot ser interpretat com un apropament de la línia de costa al punt de sondatge.

La cronologia de la fase lacunar d'Horta Vella ha estat determinada a partir de dues datacions radiocarbòniques (Fig. 3) que han donat una edat de 6699 $\pm$ 30 anys cal BP a una profunditat de 10,7 m, i una edat de 4857 $\pm$ 11 anys cal BP a una profunditat de 8,75 m, que és aproximadament a partir d'on el medi lacunar d'Horta Vella va començar a ser terraplenat per l'apropament gradual del cordó litoral a la llacuna i les aportacions arenoses. Cal tenir present que, en aquest moment, la posició relativa del nivell del mar respecte del sostre dels dipòsits lacunars hauria condicionat l'existència d'un considerable espai d'acomodació rere el cordó litoral, i una làmina d'aigua a la zona de la llacuna d'aproximadament 4 a 5 m. Amb l'entrada de les sorres litorals i el terraplenament d'aquest espai de rereplatja i de la llacuna, el registre d'Horta Vella marca l'inici d'una nova unitat de sedimentació (SF) que es desenvoluparà des dels 8,5 m als 3,5 m de profunditat (Fig. 3).

La part basal de la unitat SF (Fig. 3) és una intercalació de sorres amb petits nivells de llim que inclouen fauna gasteròpode continental fins els 6,3 m de profunditat. Representen la sedimentació dels ventalls de sorra que, com a conseqüència de temporals de mar, arriben a la llacuna després de trencar el cordó litoral i desbordar a la zona de rereplatja (SF-L), on s'intercalen amb els sediments llimosos lacunars (SF-O). En motiu de la major influència marina, el calat de la llacuna minva i s'afavoreix el desenvolupament de fauna tipus *Cerastoderma* cf. *edule* en un ambient litoral somer de sorres fines amb abundants restes vegetals (SF-M).

L'acumulació de sorres segueix fins les proximitats de la cota 0, que en el sondeig també correspon al nivell freàtic, el que permet el desenvolupament de la vegetació subàrea dominada per ciperàcies (SM, Fig. 3). La datació radiocarbònica d'aquesta primera fase de colonització de vegetació ha proporcionat una edat de 521 $\pm$ 10 anys cal BP, que correspon al segle XV. Els dipòsits de sorra que

culminen la sèrie d'Horta Vella són de color marró i granulomètrica-ment homogènies, només amb una molt lleugera proporció de llim. La seva textura i la presència de fauna de gasteròpodes continentals suggereix un medi deposicional subaeri (SM-D), probablement relacionat amb el desenvolupament de dunes en el sector (Ferrer, 1895; Pipio, 1999; Marquès et al., 2010).

3. LA SEQUÈNCIA DEPOSICIONAL HOLOCENA D'EMPÚRIES

Les planes litorals de plataformes continentals relativament joves com les del nord de Catalunya, estan formades per un llarg procés d'equilibri metastable entre les oscil·lacions del nivell del mar i les aportacions de sediments dels rius. El ritme d'oscil·lació del nivell del mar i el d'aportació de sediments no son ni homogenis ni sincrònics, i això dóna lloc a una dinàmica sedimentària complexa sobre la plataforma continental i el litoral, amb una àmplia diversitat de processos de deposició, erosius, progradants, retrogradants, entre d'altres.

Les oscil·lacions del nivell del mar poden ser de llarga durada, com les que coincideixen amb els cicles solars de Milankowich – de l'ordre de 100000 anys –, però també s'observen cicles menors d'alguns milers d'anys o tan sols d'uns centenars d'anys. Cada una d'aquestes oscil·lacions del nivell del mar deixa la seva petjada sedimentària en la plana litoral, i en els cas que quedi preservada, es reconeix en forma de discontinuïtats sedimentàries. Sobre aquestes oscil·lacions del nivell del mar hem d'afegir els canvis en les aportacions dels rius associats a canvis climàtics i sobretot a canvis en els usos del sòl, amb la introducció des de l'època neolítica de noves tècniques agrícoles, ramaderes i d'explotació de recursos forestals i miners.

La discontinuïtat sedimentària que constitueix la base de la seqüència holocena d'Empúries es va originar en motiu de la caiguda que va sobrevenir al nivell del mar durant l'expansió dels casquets polars del darrer màxim glacial, datat entre els 24000 anys BP i els 18000 anys BP, i que provocà descensos d'entre 120 i 130 m (Clarke & Mix, 2002). Amb la posterior recuperació del nivell del mar, que s'ha prolongat fins a l'actualitat, va començar una dinàmica complexa de deposició i erosió dels sediments que es va desenvolupar en diverses fases i es va estendre tant al damunt de la plataforma, com en el litoral o les planes al·luvials i cubetes interiors dels rius.

En aquesta contribució s'estudia la seqüència deposicional de la plana i el litoral d'Empúries a partir del registre sedimentari dels darrers 8000 anys fins l'actualitat, doncs aquest és el rang d'edats màxim representat en les datacions de què es disposa. Al principi d'aquest interval cronològic, la corba eustàtica de referència ens mostra un ràpid ascens transgressiu del nivell del mar que es va mantenir aproximadament fins els 6000 anys BP, i que va donar pas a una fase d'alentiment progressiva que es va perllongar fins a la pràctica estabilització del nivell del mar actual.

El registre sedimentari d'aquest procés s'estructura en una associació d'ambients de deposició que s'ha anat repetint cíclicament durant tot el període Holocè, i en el què les característiques deposicionals estan condicionades pels espais que genera el ràpid ascens del nivell del mar i pel volum de les aportacions fluvials i litorals que omplen aquests espais. En general, en costes tectònicament estables, la plana litoral agrada (creix en vertical), o bé prograda (avança cap a mar) quan les aportacions de sediment compensen l'espai disponible. Si l'ascens del nivell del mar crea nou espai però no arriba suficient sediment per omplir-lo és quan la línia de costa avança terra endins (retrograda).

La Fig. 4 mostra l'evolució d'aquest procés i de l'estructura sedimentària del terraplenament holocè de la plana d'Empúries. Es representa a partir del Perfil 1/1b (vegeu la seva situació a la Fig. 1) en el què s'ha intentat reconstruir la distribució dels ambients sedimentaris litorals (Fig. 4A), la organització dels estadis deposicionals de terraplenament de la plana (Fig. 4B), i finalment, la successió cronològica dels esdeveniments transgressiu, progradant, agradant i retrogradant de la seqüència (Fig. 4C). En els subapartats que segueixen a continuació es descriu l'arquitectura dels diversos elements i estadis sedimentaris de la seqüència deposicional estudiada.

3.1 SUPERFÍCIE BASAL (SE)

Aquesta superfície és la discontinuïtat sedimentària que marca el límit basal de la seqüència deposicional holocena a la plana d'Empúries (Fig. 4). És una superfície d'erosió poligènica, amb un procés de formació que comprèn diverses edats. La seva formació s'atribueix a la caiguda del nivell del mar associat al darrer màxim glacial, que va comportar la incisió de la xarxa de drenatge i un important desmantellament del relleu preexistent. La morfologia d'aquesta

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

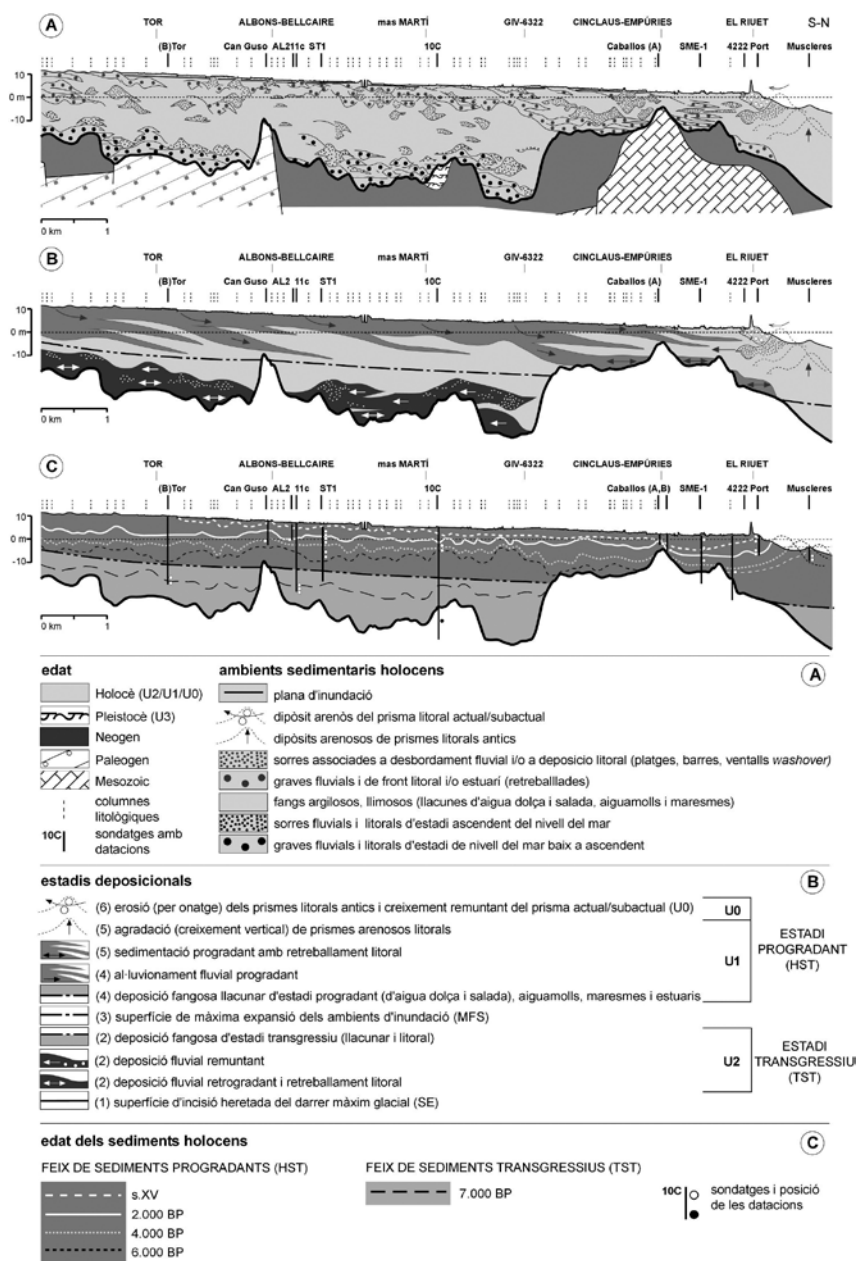


Fig. 4. Perfil 1/1b. Perfil interpretatiu de l'evolució de la seqüència deposicional holocena de la plana d'Empúries, realitzat entre l'estret de Bellcaire-Albons i el Riuet d'Empúries (Fig. 1). A: distribució dels ambients sedimentaris; B: arquitectura dels estadis deposicionals; C: cronologia (isòcrones) de l'evolució sedimentària del terraplenament.

superfície es va acabar de modelar per l'acció de les onades al llarg del posterior estadi transgressiu, que fins els 9000 anys BP va ser molt ràpid, pel capbaix a raó de 15 mm/any (Clarke & Mix, 2002).

La superfície basal de la seqüència holocena s'ha reconegut com a reflector de perfils sísmics en tot el sector del marge continental català (Mauffret & Sancho, 1970; Got, 1973; Tassone et al., 1994; Alonso et al., 2000). A la plana litoral del Baix Ter, la seva paleogeografia ha estat establerta mitjançant cartografia i correlació estratigràfica (Montaner & Solà, 2004; Montaner et al., 2010) i presenta com a principal característica una morfologia general de paleovall d'incisió fluvial (Fig. 4A).

A l'estret de Bellcaire-Albons (Fig. 4A), aquesta paleovall es troba encaixada en materials paleògens i orientada de sud a nord fins a les proximitats de l'entrada del corredor d'Horta Vella, on s'encaixa sobre les calcàries mesozoïques del Montgrí. Els pocs sondatges disponibles en aquest lloc i la testificació incompleta de la majoria d'ells dificulta seriosament la possibilitat d'establir si l'eix màxim d'incisió de la paleovall segueix a través d'aquest corredor d'Horta Vella fins el mar, tal com es proposa a Montaner & Solà (2004). Una de les informacions que poden ajudar a entendre aquesta qüestió és el fet que en el sector dels pous de l'Escala, prop del mas Martí (Fig. 4A), la presència de graves i sorres fluvials a cota -35 msnm implica necessàriament una continuïtat de la paleovall cap el nord, i en conseqüència, una connexió mar endins amb el canó submarí de l'Escala (Montaner et al., 2010). Segons aquesta consideració, la presència d'argiles grogues neògenes a una cota de -16 msnm en el sector del corredor de Cinclaus-Empúries i a una cota similar en el sector Cinclaus-Viladamat faria inviable la possibilitat que l'eix màxim d'incisió de la paleovall hagués progressat en aquella direcció, de manera que, com a alternativa, només restaria la possibilitat de la seva sortida pel corredor d'Horta Vella.

D'acord amb els criteris establerts a d'altres localitats (Van Strien, 2010) els paleosòls reconeguts en diversos sondatges de la plana, com ara el cas del sondatge HV-1 (Fig. 3), és un dels criteris que s'han fet servir en aquesta contribució per a la identificació i la cartografia de la discontinuïtat. A la resta de la plana d'Empúries, la superfície d'incisió s'ha reconegut per correl·lació estratigràfica i apareix majoritàriament sobre materials pliocènics del delta de Viladamat, i localment sobre la unitat U3 plistocena (Fig. 4A).

3.2. UNITAT U2 O FEIX SEDIMENTARI TRANSGRESSIU (TST)

L'ascens del nivell del mar després del darrer màxim glacial va comportar la disminució del gradient fluvial, la decantació de la càrrega fluvial en les lleres del riu i l'avançada terra endins dels ambients litorals, que van acabar per remuntar sobre els dipòsits fluvials precedents. El registre sedimentari resultant d'aquest procés es va assentar al damunt de la superfície erosiva basal (SE), formant el que hem anomenat «feix sedimentari transgressiu» (TST, en l'acrònim anglès) o bé «dipòsits de la Unitat U2» (Fig. 4).

A la zona compresa entre l'estret de Belcaire-Albons i el pla de mas Martí (Fig. 4), aquest registre sedimentari està format per graves i sorres fluvials poligèniques, sense fauna, litològicament atribuïbles a les conques del Ter i del Daró. També apareixen sorres fluvials intercalades entre les graves, que suggereixen reactivacions de canal fluvial, o bé paquets de sorres fluvials amb llims, possiblement de desbordament de canal. Aquests dipòsits fluvials passen lateralment i/o en vertical a sorres de gra fi, d'ambient litoral, i ràpidament a dipòsits fangosos de llacuna i aiguamoll, tant d'aigua dolça com salobre. A la zona més propera al litoral, el conjunt fluvial incorpora fauna marina bivalve, que suggereix el seu retreballament per onades o la influència d'aportacions sedimentàries litorals.

Les aportacions fluvials reconegudes a la base d'aquesta unitat són relativament minses en volum, i es circumscriuen principalment a les zones de canal fluvial. Sobre aquesta qüestió cal prendre en consideració que la dinàmica fluvial del Ter cap a la plana d'Empúries pot haver alternat amb el terraplenament de la plana del Baix Ter, al sud d'aquesta zona, de manera que aquests sediments basals només representen el registre que s'ha preservat dels períodes en què el braç emporità del Ter va ser actiu.

L'anàlisi cronològica de l'esdeveniment transgressiu ens suggereix que el feix de graves i sorres basals de la Unitat U2 presenta edats anteriors als 8250 anys cal BP (Fig. 4C), que és l'edat màxima de les datacions de què es disposa (sondatge B –nucli de Tor–, Fig. 1). Altrament, aquests dipòsits basals poden ser considerats multiepisòdics i per tant poden incorporar sediments relictos de nivell del mar baix anteriors a l'Holocè i a l'inici de la transgressió versiliana (Montaner & Solà, 2004).

Durant aquest estadi transgressiu, el ràpid ascens del nivell del mar va motivar una notable expansió dels sistemes humits, les lla-

cunes i les planes fangoses. La sedimentació fina que va predominar en aquests ambients va colgar les graves i sorres basals de la unitat, i es va estendre arreu de la plana fins més al sud de l'estret de Belcaire-Albons (Fig. 4A). La màxima expansió d'aquests ambients de sedimentació humits està representada per la superfície MFS (Figs. 4B i 5), que a la plana d'Empúries es troba cronològicament situada en un segment temporal comprès entre els 6500 i els 6000 anys BP. Aquest rang temporal de màxima inundació queda justificat en la correl·lació de les isòcrones de la Fig. 4C, i en la interpretació cronoestratigràfica sintètica de la Fig. 5, en la què el sostre dels fangs transgressius (FT) se situa per sobre la datació de 6699 anys cal BP del sondatge Horta Vella-1, i per sota la datació de 6030 anys cal BP del sondatge 10C.

3.3. UNITAT U1 O FEIX SEDIMENTARI PROGRADANT (HST)

A partir dels 6500 anys BP comença un alentiment de l'ascens del nivell del mar que activa la regeneració del sistema fluvial, la progradació de la plana i la enretirada cap el litoral dels sistemes humits que predominaven des de l'estadi precedent. El registre sedimentari resultant d'aquest procés es va dipositar al damunt de la superfície de màxima inundació o MFS, formant el que hem anomenat «feix sedimentari progradant» (HST, en l'acrònim anglès) o bé «dipòsits de la Unitat 1» (Figs. 4 i 5).

La dinàmica sedimentària d'aquest estadi va estar protagonitzada per l'activitat dels canals fluvials del Ter i del Fluvià, que arribaven a la zona litoral i interactuaven amb els ambients costaners, molt ben desenvolupats per l'efecte del ràpid ascens marí. A la plana d'Empúries, la reactivació fluvial arriba des del sud de l'estret de Belcaire-Albons (Fig. 4B) amb l'aportació de graves i sorres fluvials procedents del Ter, que s'estenien sobre la plana fangosa i les zones estuarines heretades de l'anterior estadi transgressiu. Per la banda nord, entre l'Armentera i Cinclaus, aquest mateix procés hauria estat protagonitzat per un antic paleocanal del Fluvià.

A mesura que va evolucionar aquest estadi, les aportacions fluvials contribuïren al terraplenament progressiu de la plana. La dinàmica d'aquest terraplenament a les zones interiors va consistir en el desplaçament lateral dels meandres fluvials i la formació de ventalls laterals de desbordament, mentre que a la zona litoral els paleocanals fluvials (FL a la Fig. 5) connectaven amb llacunes es-

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

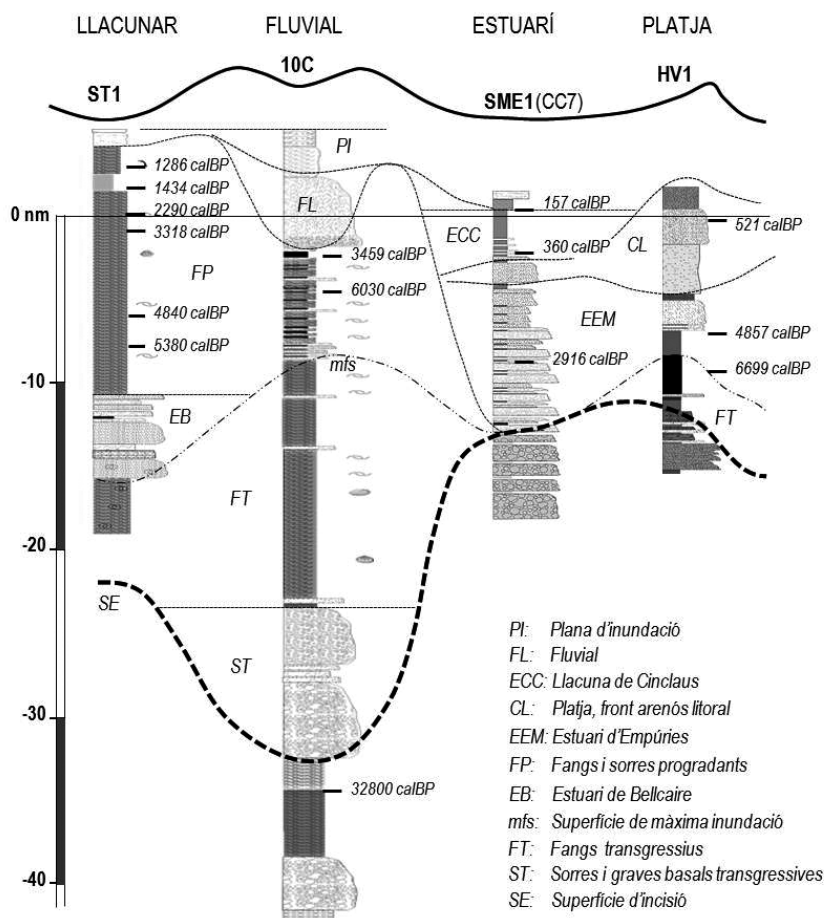


Fig. 5. Esquema cronoestratigràfic a partir de les columnes litològiques representatives dels principals ambients sedimentaris de la plana d'Empúries i la posició de les datacions. ST1: ambient estuari (EB) i lacunar (FP) de l'estany de Belcaire; 10C, ambient fluvial transgressiu (ST) i progradant (FL) al centre de la plana; SME-1, ambient estuari d'Empúries (EEM) i posteriorment d'estany litoral de Cinclaus (ECC); HV-1, ambient lacunar d'Horta Vella (FT), i posteriorment arenós de rereplatja i platja (CL). S'observen les unitats de graves fluvials progradants (FL) tallant i terraplenant els estuaris heretats (EB i EEM) de l'estadi transgressiu precedent, i l'aportació de sorres litorals de platja (CL) a la zona lacunar i estuarina de rereplatja.

tuarines profundes (EB o EEM a la Fig. 5), on descarregaven les graves i sorres fluvials. Aquests materials podien ser retreballats per l'entrada d'aigües marines i finalment sepultats per l'aportació de sorres procedents del front litoral (CL a la Fig. 5) o per la pròpia sedimentació fangosa estuarina i lacunar (FP i ECC a la Fig. 5).

A la plana d'Empúries, l'evolució d'aquest procés permet diferenciar diversos cicles de forma coherent amb els feixos progradants fluvials que arriben a la plana des de l'estret Bellcaire-Albons (Fig. 4B). Cada un d'aquests cicles de progradació pot estar relacionat amb pulsacions menors del nivell del mar o amb períodes de subsidència de la plataforma litoral, així com amb canvis en els usos del sòl.

A la zona de l'estret de Bellcaire-Albons (Figs. 4A i 4B) es reconeix un primer cicle de progradació fluvial que s'hauria iniciat després dels 6500 anys BP. La dinàmica sedimentària corresponent a aquest cicle hauria terraplenat amb graves i sorres una part de la zona estuarina de Bellcaire (EB a les Figs. 5 i 11).

Un altre cicle de progradació fluvial es reconeix entre els sonatges 10C i SME-1, prop de la zona de Cinclaus (Figs. 4A, 4B i 5). Aquest cicle s'hauria establert a partir d'una edat aproximada de 3500 anys BP i es prolongaria pràcticament fins a l'actualitat, però amb diversos subcicles intermedis de major o menor grau de progradació com el dels segles XIV-XV, possiblement associat a la progradació del riu Fluvià i a pulsacions eustàtiques menors com la corresponent a la Petita Edat del Gel (LIA, en l'acrònim anglès). El segon cicle de progradació incidirà de forma notable en el terraplenament de l'estuari d'Empúries (EEM a la Fig. 5 i Fig. 11) i en general repercutirà decisivament sobre l'arquitectura de la zona litoral (Fig. 7), amb canvis remarcables en la línia de costa i en la configuració de les desembocadures dels rius, sobretot al final del cicle.

3.4. UNITAT U0: PRISMA SEDIMENTARI LITORAL

Durant l'estadi progradant (HST) al què acabem referir-nos, la zona litoral i marina (intralitoral) més propera a la costa d'Empúries es caracteritzava pel desenvolupament i la transformació continuada de les formacions arenoses litorals (bancs de sorra intralitorals, cordons de dunes i platges –en sentit ampli–). Aquesta zona es distingeix precisament pel seu caràcter sedimentari metastable, doncs està condicionat per una relació complexa entre les aportacions sedimentàries, la disponibilitat d'espai d'acomodació generat per les fluctuacions eustàtiques, i la component erosiva de l'onatge i la deriva litoral.

L'evolució sedimentària i cronològica d'aquestes formacions arenoses s'ha intentat establir interpretant les dades de terra ferma i prolongant la seva correl·lació cronoestratigràfica fins la zona intralitoral (Figs. 4 i 7). Exceptuant el cas del sonatge de les Muscleres



Fig. 6. El desmantellament de la platja després d'una llevantada va fer aflorar una plana d'inundació del segle XV a prop del Riuet d'Empúries, que posa en evidència el caràcter transgressiu de la línia de costa.

(Nieto et al., 2005) realitzat en el fons marí de les muscleres d'Empúries, i el sondatge PSPP-BA (Marquès et al., 2010) realitzat a la platja de Sant Pere (Fig. 1) no s'ha treballat amb d'altra informació relacionada amb el fons marí.

Segons la interpretació realitzada, l'evolució de les formacions arenoses litorals de la costa d'Empúries durant l'estadi progradant (HST) hauria seguit una tendència general de tipus retrogradant, és a dir, amb un desenvolupament de mar cap a terra (Fig. 7). Les dades també ens indiquen que, malgrat aquesta tendència, també es van produir esdeveniments de progradació de terra cap a mar que podrien estar relacionats amb: pulsacions eustàtiques d'ordre menor; la subsidència; canvis en els usos del sòl de la conca; o actuacions antròpiques de modificació de la xarxa hidrològica o del litoral. Correspondrien a aquest tipus d'esdeveniments de tipus progradant: la plana d'inundació del segle XV (Marquès et al., 2010) localitzada arran de mar (Fig. 6), just davant la platja del càmping La Ballena Alegre (sondatge PSPP-ba, Fig.1); o el creixement progra-

dant dels cordons arenosos litorals entre els rius Muga i Fluvià (Marquès, 1986; Bach, 1986, Montaner et al., 1996) o, més recentment, la transformació de la costa en motiu dels Jocs Olímpics de 1992.

La interpretació d'aquesta dinàmica sedimentària a la zona litoral i intralitoral d'Empúries permet diferenciar diversos subestadis d'evolució de les formacions arenoses:

(a) un subestadi d'agradació, o de creixement vertical de la plataforma més propera al litoral (Figs. 4A i 4B), que es desenvoluparia en resposta a l'inici de la desacceleració de l'ascens del nivell del mar i a una acumulació progressiva de les aportacions arenoses al litoral. D'acord amb la projecció de les isòcrones establertes al litoral d'Empúries (Fig. 7), aquest subestadi podria ser anterior als 6000 anys BP, però no es disposa d'informació cronoestratigràfica suficient per a establir-ho. A tall d'exemple, en d'altres localitats del litoral català se situa aquest subestadi evolutiu dins l'estadi transgressiu precedent (Ercilla et al., 2010).

(b) un subestadi de tendència retrogradant amb formació i destrucció successiva de les formacions arenoses litorals (Fig. 7A). Aquest subestadi se situaria cronològicament a partir dels darrers 4000 anys BP (Fig. 7B). Es va caracteritzar per un procés cíclic de creixement/erosió dels prismes litorals, relacionat amb les darreres fases de regularització de l'ascens marí holocè. La petjada morfològica dels diversos episodis erosius d'aquest subestadi va donar lloc a una superfície d'erosió que anomenem WRS (Fig. 7A). És una superfície poligènica, que engloba diversos intervals temporals d'erosió per onatge i es localitza a la zona de la plataforma litoral més proximal.

(c) un subestadi retrogradant desenvolupat dins un context d'estabilització del nivell del mar. Amb la pràctica estabilització del nivell del mar s'inicia la deposició del prisma sedimentari litoral que hem anomenat: Unitat 0 (Figs. 4A, 4B, 7 i 8), i que es va disposar al damunt de la superfície WRS (Fig. 7). La seva formació s'associa a la deposició de sorres procedents del desmantellament de formacions arenoses litorals prèvies, que s'haurien desenvolupat al davant de la costa d'Empúries al final del subestadi anterior (Fig. 7). El desenvolupament d'aquesta unitat es va produir dins un context d'evolució retrogradant de la línia de costa, que va consistir en la remuntada progressiva de les sorres i l'avançada de la línia de costa terra endins. Segons s'estableix amb la correl·lació

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

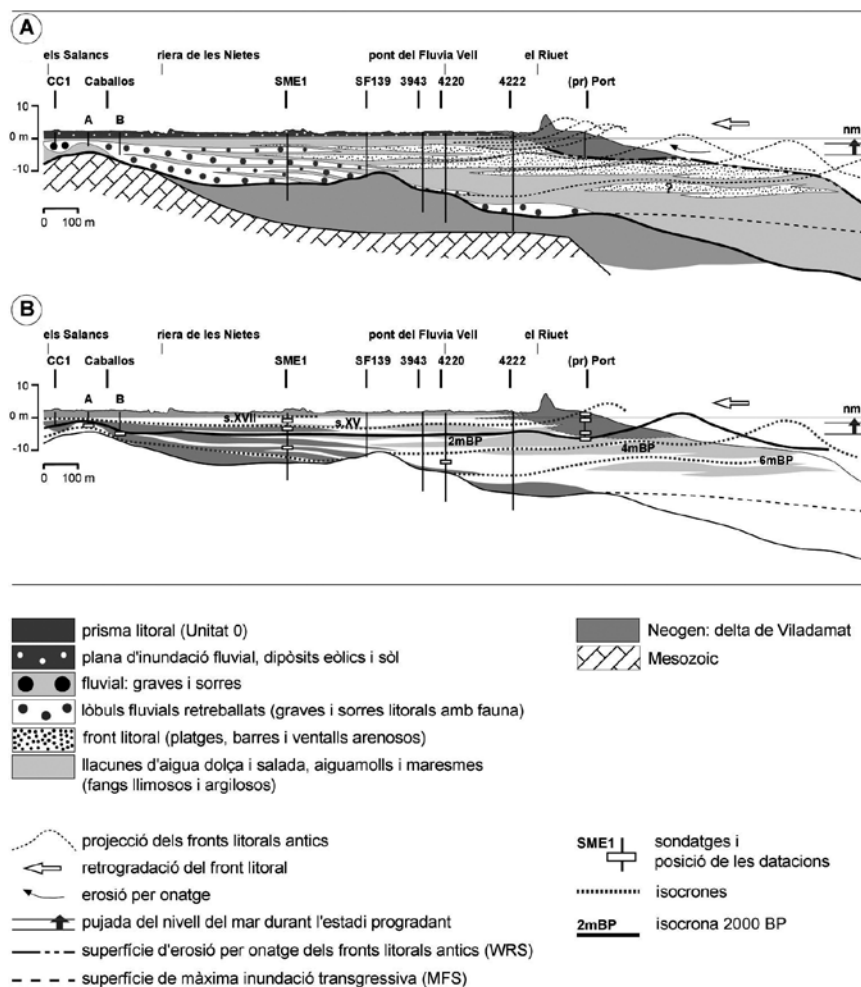


Fig. 7. Perfil 1a/1b. Perfil longitudinal de l'estuari d'Empúries des de la carretera de Viladamat/l'Escala fins al Riuet d'Empúries (Figura 1). Representació dels ambients i la dinàmica sedimentària (A) i la cronologia (B) del terraplenament de l'estuari d'Empúries. La isòcrona 2000 anys BP representaria el perfil paleogeogràfic en època grecoromana.

cronoestratigràfica realitzada (Figs. 7B i 8) i les datacions disponibles a la zona del port natural d'Empúries (Blech et al., 1994 i 1998; Bony et al., 2011) i les muscleres (Nieto et al., 2005), l'inici d'aquest procés se situaria cronològicament prop dels 2000 anys BP i la seva tendència general s'hauria perllongat fins a temps actuals.

Són exemples d'aquesta tendència retrogradant el rebliment arenós del «port grec» o natural d'Empúries, i la deposició de la platja actual de la zona del Riuet (sondatge PSSP-ba, Fig. 1) al damunt de la plana d'inundació del segle XV ja referida anteriorment (Marquès et al., 2010).

4. EL PALEOPAISATGE D'EMPÚRIES

La interpretació de la seqüència deposicional holocena d'Empúries ens aporta un conjunt de dades paleogeogràfiques i cronològiques que ajuden a entendre millor les característiques del paisatge arqueològic d'aquesta zona i la seva vinculació amb els models d'organització de l'espai i d'ús del territori. Les observacions que es poden fer en aquest sentit s'orienten específicament a l'entorn de l'assentament d'Empúries i al període de colonització grega i romana, i s'expressen a tall de conclusions en els subapartats que segueixen a continuació.

4.1 PORT NATURAL D'EMPÚRIES

L'evolució del prisma litoral (U0, Figs. 4, 7 i 8) que inclou les formacions arenoses de la zona litoral i intralitoral d'Empúries té una importància cabdal per entendre la distribució dels diferents ambients ecològics de l'entorn de l'assentament colonial, ja que des de la seva formació fa uns 2000 anys, aquesta unitat ha estat regulant la influència marina en el seu desplaçament terra endins, des de la plataforma proximal fins el corredor de Cinclaus-Empúries o el d'Horta Vella.

En el cas dels corredor de Cinclaus-Empúries, l'evolució paleoambiental dels sediments reconeguts a la rereplatja, amb: una unitat basal de graves progradants que contenen abundant fauna marina; una unitat intermèdia de sorres i fangs amb ocasional fauna Cerastoderma i hidròbids; i una unitat superior de fangs lacunars amb hidròbids, ostracodes i abundants restes vegetals, ens indica la influència progressiva que ha tingut el retrocés de la platja –en sentit ampli– (CL a la Fig. 5) sobre el soterrament d'aquest sistema estuari. És també aquesta mateixa dinàmica la que a partir dels 2000 anys BP va influir en el procés de rebliment del «port grec» (Fig. 8) i la llacuna d'Horta Vella (Fig. 9).

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

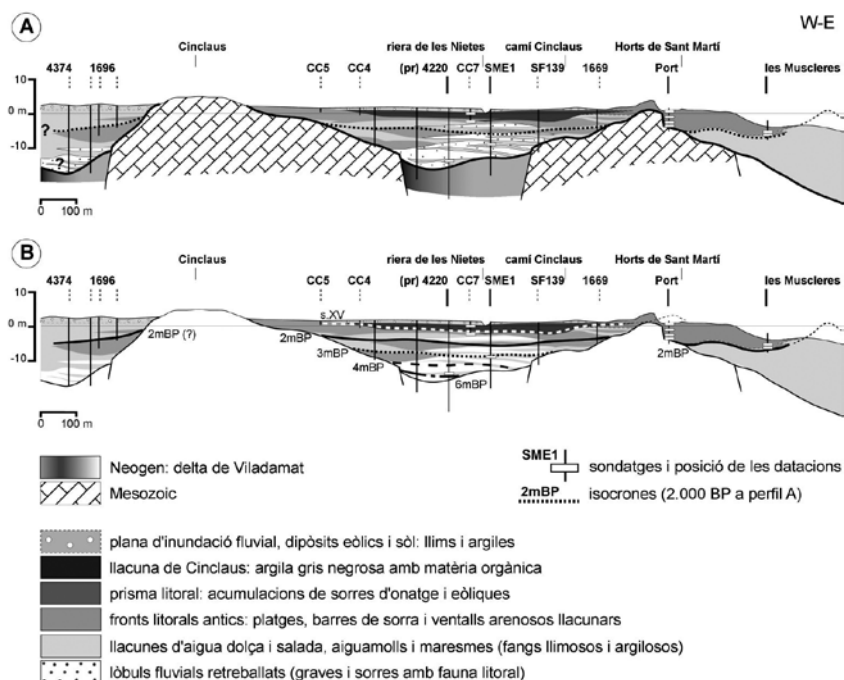


Fig. 8. Perfil 2/2a. Perfil transversal de l'estuari d'Empúries des de Cinclaús/ Sant Martí d'Empúries (vegeu Fig. 1). Representació dels ambients i la dinàmica sedimentària (A) i la cronologia (B) del terraplenament de l'estuari d'Empúries.

En el cas del «port grec» o port natural d'Empúries, el model cronoestratigràfic representat a les Figs. 7 i 8 ens explica que l'arribada de sorres al port es va iniciar als començaments de la nostra era, com a conseqüència d'una quasi estabilització del nivell del mar i la retrogradació i desmantellament de les formacions arenoses instal·lades a la zona intralitoral d'Empúries en aquella època.

La tendència retrogradant d'aquestes formacions arenoses (Fig. 7), que pel cap baix ja vindria heretada dels 4000 anys BP i s'ha mantingut fins l'actualitat, també ens permetria explicar la presència de zones llacunars semitancades entre les muscleres i els afloraments rocosos del port natural o de Sant Martí d'Empúries, i justificar per tant la deposició de fangs d'ambient restringit en el que avui dia és la zona intralitoral, tals com els descrits en el sonatge Muscleres, d'edat relativa posterior al segle V (Nieto et al., 2005).

4.2. HORTA VELLA

El model cronoestratigràfic d'Horta Vella mostra l'evolució paleoambiental d'aquesta zona des dels darrers 6500 anys BP, que és el període en què finalitza l'estadi transgressiu (TST) i la plana emporitana presenta una expansió màxima dels sistemes humits litorals. La interpretació paleoambiental corresponent a aquest període posa de manifest que en aquesta zona hi havia una llacuna, la llacuna d'Horta Vella (Julià et al., en premsa), amb calats màxims de 4 a 5 m, envoltada d'una zona maresmal salobre.

Amb l'inici de l'estadi progradant (HST) als 6500 anys BP, la reactivació de la dinàmica fluvial s'instal·la en el conjunt de la plana d'Empúries, mentre que a la zona litoral d'Horta Vella els registres estudiats en el sonatge HV-1 reflecteixen que continua predominant la sedimentació fangosa lacunar (Fig. 3). Tan sols difereixen d'aquest context lacunar les graves i sorres descrites en una columna situada a l'entrada del corredor d'Horta Vella que, segons la interpretació cronoestratigràfica representada al Perfil 4/4a de la Fig. 9, podrien indicar l'arribada de dipòsits fluvials progradants a la zona lacunar o bé a una petita àrea estuarina veïna ja existent des de l'estadi transgressiu anterior.

A partir dels 4000 anys BP el retrocés de la línia de costa terra endins motivarà l'entrada de sorres litorals a la llacuna, iniciant-se així una nova fase evolutiva marcada per la retracció de l'ambient lacunar, que es prolongarà com a mínim fins el segle XV.

Els sediments dipositats a Horta Vella a l'època grecoromana s'expliquen a partir dels primers 3 o 4 m superficials de sorres del sonatge HV-1 (Fig. 3), i amb els registres sedimentaris de les 22 rases realitzades prop d'aquest sonatge durant un seguiment arqueològic efectuat pel Museu Arqueològic d'Empúries (Ferrer & Castanyer, 2013). Del seu estudi detallat se'n dedueix que, durant aquesta època, la zona d'Horta Vella va tenir diverses fases d'estabilització amb formació de torbes en un ambient lacunar d'aigua dolça, tal com mostra la presència de llavors de *Potamogeton* i ciperàcees, o la de gasteròpodes d'aigua dolça tipus *Lymnaea*, *Physa*, *Amiger*, entre d'altres, datats entre el segle III i IV dC. En una de les rases, enmig de sorres que contenien fragments de *Cerastoderma*, es va trobar ceràmica romana del segle II, pràcticament a cota 0 respecte el nivell del mar; i en una altra, a 50 cm al dessota del nivell del mar actual, restes

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

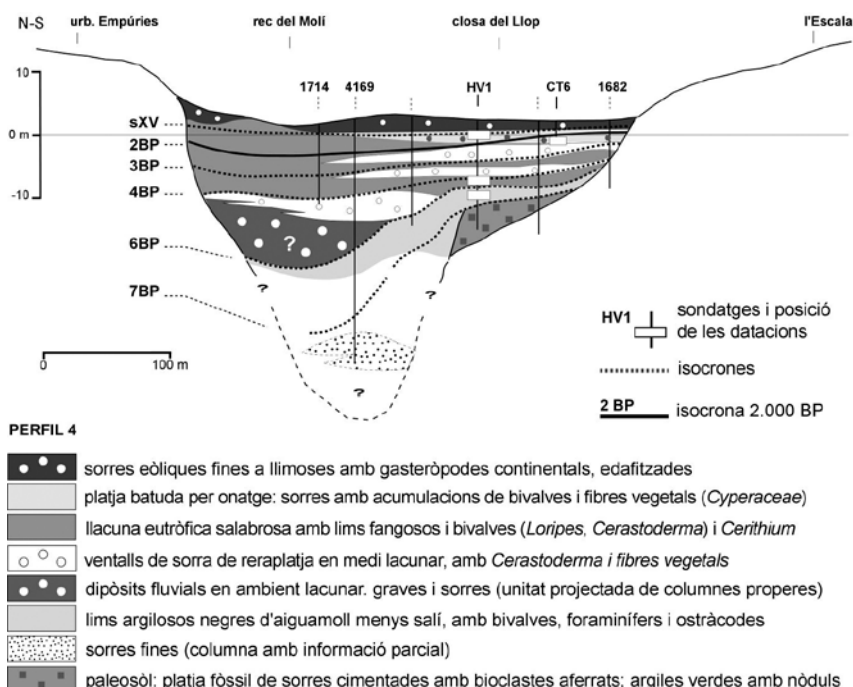


Fig. 9. Perfil 4/4a. Perfil transversal del corredor d'Horta Vella des d'Empúries a l'Escala (vegeu Fig. 1). Representació dels ambients, la dinàmica sedimentària i la cronologia del terraplenament.

d'àmfores massaliotes i tarraconenses (Ferrer & Castanyer, 2013). Totes aquestes restes estan contingudes en sorres grises de mida de gra mig a gros que inclouen petxines de *Cerastoderma*.

Aquests materials suggereixen que en època grecoromana Horta Vella era un medi lacunar som, predominantment salabros, de rereplatja (Fig. 10), on hi predominava l'arribada de sorres litoral i en el què, molt ocasionalment, s'hi manifestava una evolució a un medi d'aigua dolça, ja sigui per la influència del freàtic regional de la plana o per petites pulsacions de descens del nivell del mar relacionades amb el clima. Els materials estudiats no mostren en cap cas l'existència d'un canal fluvial circulant per Horta Vella durant aquest període, fet que coincideix amb l'anàlisi cronoestratigràfica regional, on s'estableix que la dinàmica fluvial predominant anava en sentit nord, cap a l'estret de Cinclaus-Empúries.

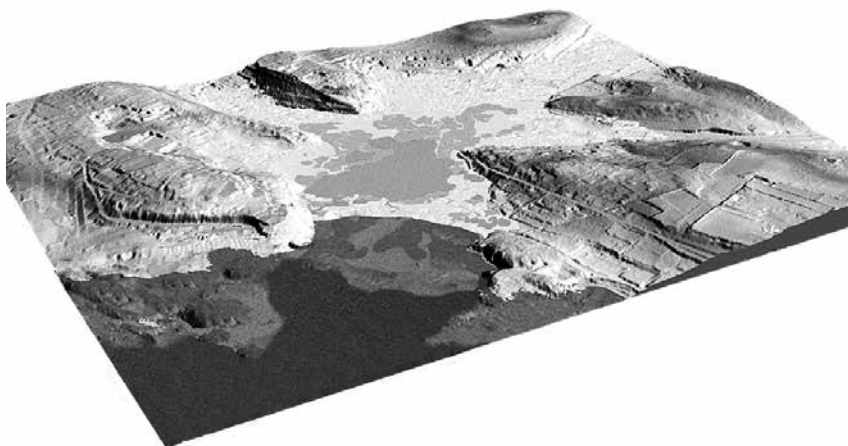


Fig. 10. Reconstrucció paleoambiental del sector litoral d'Horta Vella corresponent al període grecoromà, feta en base al sondatge HV-1 i les rases arqueològiques.

4.3. EVOLUCIÓ DE L'ESTUARI D'EMPÚRIES

La màxima expansió holocena de les zones humides litorals a la plana d'Empúries té lloc entre els 6500-6000 anys BP, coincidint amb la finalització de l'estadi transgressiu (TST) i l'inici de la reactivació dels sistemes fluvials progradants (HST). En aquesta època el paisatge de la plana es caracteritzarà per la presència hegemònica d'un sistema estuari, que es va estendre terra endins en motiu de l'ascens del nivell del mar holocè i l'avançada dels sistemes litorals (Fig. 12a). La penetració estuarina es va beneficiar de la paleomorfologia de la zona litoral, que en aquell moment mostrava una concavitat definida (Fig. 8) entre les calcàries del promontori d'Empúries i el paleorelleu pliocè que apareix en els vessants nord i oest de l'estuari, on pràcticament es troba subaflorant (Fig. 12a).

L'estuari va penetrar des del nord de Sant Martí d'Empúries i va avançar per l'estret de Cinclaus-Empúries i per la banda oest de Cinclaus, seguint per Vilanera fins a les proximitats del mas Gusó de Belcaire (Figs. 11 i 12a). És probable que al llarg d'aquest recorregut l'eix principal nord-sud de l'estuari arribés a connectar amb un petit braç estuari procedent del corredor d'Horta Vella. La influència estuarina podria haver-se estès també fins a la zona nord d'Albons, on actualment s'observen condicions de salinitat en els sediments i en l'aigua subterrània similars a les de Sobrestany, on l'estuari va tenir

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

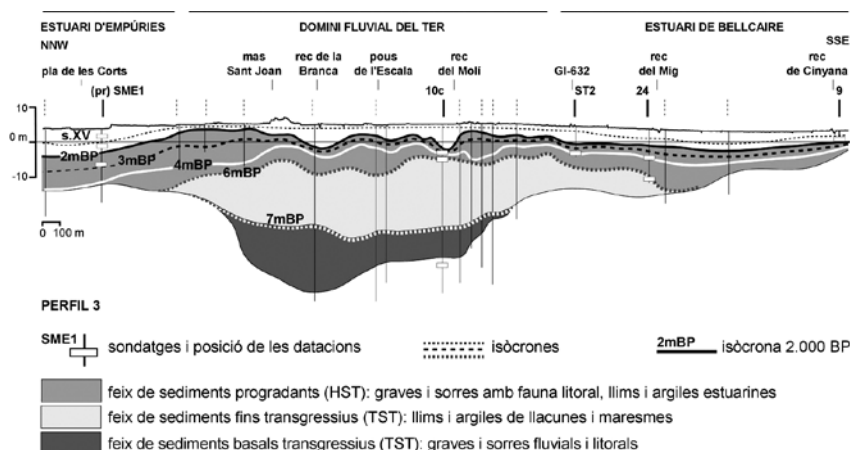


Fig. 11. Perfil 3/3a. Perfil transversal (NNW-SSE) de la plana holocena d'Empúries, entre el pla de les Corts i Sobrestany (vegeu Fig. 1). Representació de la successió d'estadis deposicionals i la seva cronologia. La isòcrona 2000 BP mostra la paleogeografia de la plana en el període grecoromà, on s'observen: l'àmbit de canals fluvials i de levées, el sector de lòbuls de desbordament (overbanks) i les àrees deprimides dels estanys de Bellcaire i Cinclaus.

el màxim nivell d'incursió. En aquest sector de Sobrestany, la làmina d'aigua de l'estuari en el moment de la seva inundació màxima va poder assolir fins a 10 m de profunditat en el punt de màxim calat.

Amb l'inici del estadi de progradació aquest sistema estuari va començar a rebre l'aportació de graves i sorres fluvials, que juntament amb la sedimentació fangosa pròpia de l'estuari i les entrades de sorres procedents del litoral (Fig. 12) van contribuir al progressiu terraplenament i retrocés del sistema.

L'estudi cronoestratigràfic de l'estuari a partir de l'evolució de les isòcrones (Fig. 11) ens mostra que el procés de terraplenament es va efectuar de forma coherent amb els cicles de progradació ja referits en la descripció de la Unitat 1. També ens mostra que l'eix principal de les aportacions fluvials es va anar desplaçant durant aquest procés, des del marge est de la plana cap el seu centre (Figs. 12a i 12b). El primer cicle de progradació va començar a terraplenar la zona estuarina de Bellcaire a partir dels 6500-6000 anys BP (Figs. 11 i 12a), i entre 1000 i 1500 anys després el terraplenament ja s'estenia pel sector del pla de les Corts (Fig. 11).

El segon cicle es va iniciar prop dels 3500 anys BP (sondatge 10C de la Fig. 5) probablement coincidint amb una pulsació d'ordre

menor relacionada amb el clima. Durant aquest cicle, la progressió dels lòbuls fluvials, el desplaçament dels canals i la major expansió de les aportacions arenoses fluvials van motivar el terraplenament de la part central de la plana i la segregació del sistema estuari en dues zones: una zona estuarina litoral al nord, que anomenem estuari d'Empúries, i una zona lacunar interior, que és l'estany de Bellcaire (Figs. 12a i 12b).

Als inicis de la nostra era la instauració d'una tendència retrogradant de la línia de costa i els canvis en els usos del sòl van suposar una major arribada de sorres litorals a l'estuari i una regressió de la seva funcionalitat. Amb tot i això, la retracció definitiva de l'estuari d'Empúries encara es va demorar fins prop dels segles XIV-XV, quan pels efectes d'una pulsació menor vinculada a l'esdeveniment climàtic de la petita edat del Gel (LIA, en l'acrònim anglès) es va reactivar el creixement de la plana d'inundació del Fluvià cap a mar (Fig. 6) i va disminuir la comunicació marítima de l'estuari. La conseqüència d'aquest esdeveniment va ser la transformació de les restes de l'estuari d'Empúries en una zona lacunar, l'estany de Cinclaus (Fig. 12c), que encara es va mantenir activa fins a l'època moderna.

4.4. PALEOPAISATGE DE L'EMPÚRIES CLÀSSICA

A les Figs. 13 i 14 es presenta una proposta sobre el paisatge geomorfològic de la plana de l'entorn d'Empúries durant l'època que comprèn la colonització grega i romana. La representació no inclou la interpretació del paisatge a la zona intralitoral, on hi hauria de figurar una línia de costa més avançada, formada per bancs arenosos litorals i un espai de transició entre l'estuari i el mar.

4.4.1. Ambient fluvial

De l'observació del paleopaisatge de la plana en destaca la presència d'un sistema fluvial procedent del Baix Ter, que arriba a l'estret de Bellcaire-Albons i s'estén per la part central de la plana formant un lòbul de creixement fluviodeltaic. La correl·lació sedimentària realitzada ens defineix un sistema fluvial format per un únic canal, que es presenta delimitat per motes o levées –no s'han localitzat a la zona d'altres canals contemporanis– i per àrees de ribera formades per dipòsits arenosos fins i llimosos de desbordament del canal (overbanks). L'acumulació progressiva d'aquests se-

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

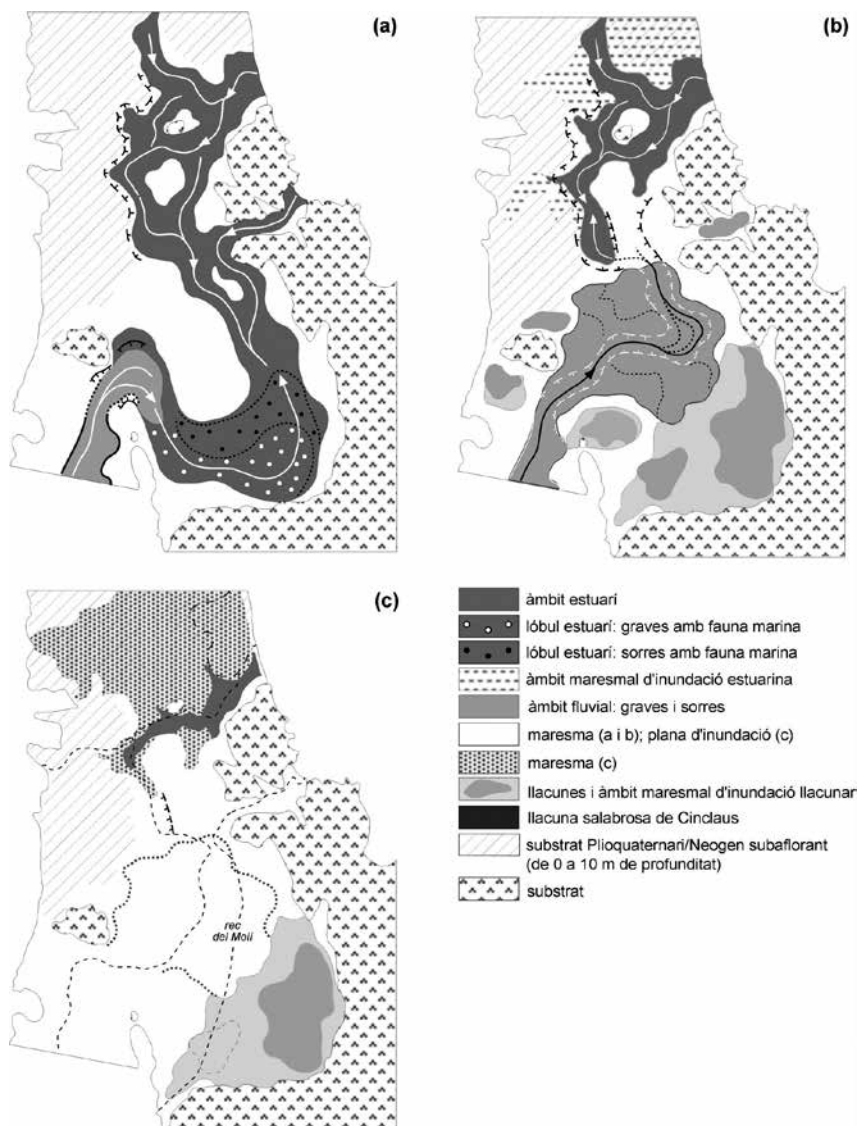


Fig. 12. Evolució de l'estuari d'Empúries. (a) Període 6500-6000 anys BP, desenvolupament màxim de la zona d'inundació de l'estuari i inici del estadi de progradació (HST) amb aportació de graves i sorres fluvials del Ter corresponents al primer cicle progradant (EB, de la Fig. 5); (b) Període grecoromà, la zona estuarina litoral presenta un desenvolupament notable a l'estret Cinclaus-Empúries (EEM de la Fig. 5) i està connectada al sud amb una zona fluvial activa de l'antic Ter (FL de la Fig. 5); (c) segles XIV-XV, la progressiva reducció de l'estuari per causes climàtiques i per les aportacions litorals (CL a la Fig. 5) va provocar la seva transformació en una llacuna o estany de rereplatja: l'estany de Cinclaus (ECC a la Fig. 5).

diments de desbordament és la que explica la construcció del lòbul fluviodeltaic i la seva deposició al damunt de les àrees fangoses i maresmals de l'època.

El model cronoestratigràfic suggereix que aquest sistema fluvial es podria haver mantingut actiu durant l'època clàssica, però no es pot concretar si aquesta activitat va ser continuada o bé temporal i alternadament compartida amb el sector del Baix Ter. A partir de la finalització de l'època clàssica el registre cronoestratigràfic és poc precís i no permet establir quina ha estat l'evolució detallada del sistema fluvial, tot i que s'interpreta una tendència decreixent de la seva activitat. Aproximadament a partir del segle XIV el registre sedimentari de l'entorn d'Empúries deixa de contenir sediments atribuïbles a l'activitat fluvial del Ter, i en canvi, apareixen sediments de plana d'inundació del Fluvià i sediments lacunars i litorals corresponents a la fase de desenvolupament de l'estany de Cinclaus. La disminució de l'activitat fluvial del Ter a la zona d'Empúries podria coincidir cronològicament amb les actuacions documentades a principis del segle XIV sobre el desviament del Ter a la zona de Verges. A partir d'aquest moment, la influència fluvial del riu Ter sobre l'entorn d'Empúries quedarà reduïda únicament a episodis d'inundació regional.

4.4.2. Ambient llacunar i maresmal

El paleopaisatge de l'època clàssica també ens mostra una proliferació de zones humides on pràcticament no hi arriba –o hi arriba poc– la influència del sistema fluvial. Aquestes zones formen àrees deprimides fangoses, predominantment salines, amb llacunes d'aigües salabroses i d'aiguabarreig. Es el cas del sector nord d'Albons, on s'hauria desenvolupat una plana palustre salabrosa limitada per formacions arenoses litorals; o la zona sud d'aquesta població, on s'hauria desenvolupat també una petita llacuna d'aiguabarreig.

L'estany de Belcaire en època grecoromana estaria format per: diverses llacunes amb una làmina d'aigua d'aproximadament 3 m de profunditat en la zona de màxim calat; una zona lacunar intermèdia amb menys làmina d'aigua però permanentment inundada; i una zona externa, palustre, fangosa, que hauria arribat fins aproximadament l'actual carretera de Belcaire a l'Escala, on limitaria amb la unitat de lòbul del sistema fluvial (Fig. 13). Aquesta zona humida també s'hauria estès cap el sector de mas Gusó, on forma-

EL PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARÍ D'EMPÚRIES

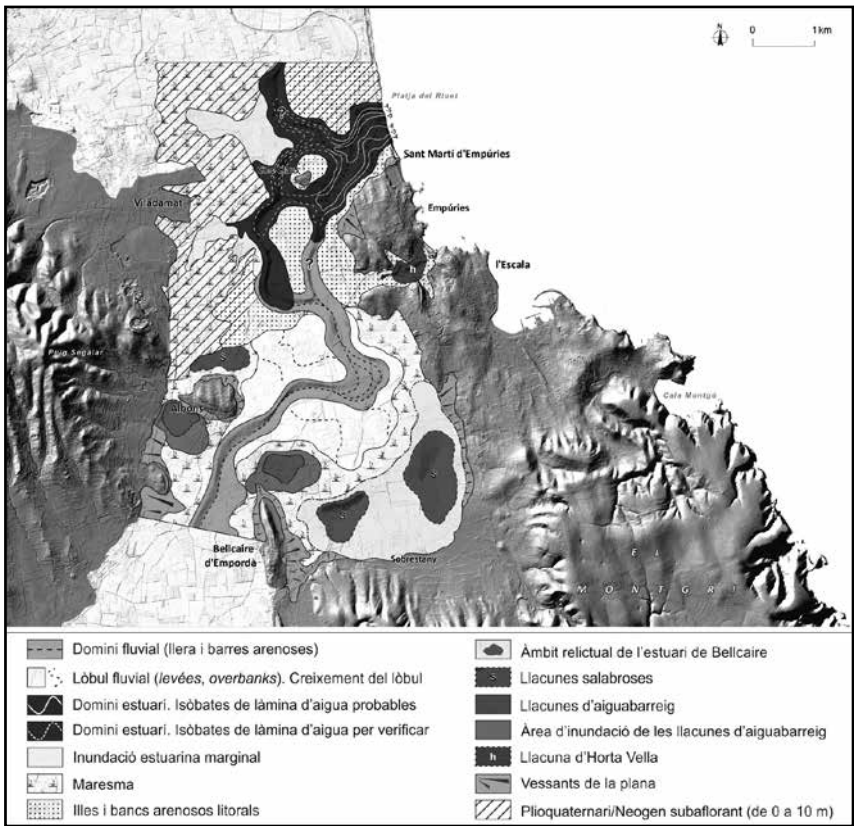


Fig. 13. Cartografia dels ambients sedimentaris de la plana d'Empúries en època grecoromana, aproximadament entre 2500 i 2000 anys BP.

ria un petit estany, probablement d'aigua dolça atesa la seva proximitat al canal fluvial del Ter. En aquesta època la possible connexió de l'estany de Belcaire amb l'ambient fluvio-estuari seria puntual i s'hauria produït per l'entrada d'aigües salabroses a través de la zona de Vilanera, tal com es podria interpretar considerant la presència de mol·luscs, datats del segle II, en el sondatge núm. 9 de Sobrestany (vegeu-ne la situació a la Fig. 1).

Durant aquesta època, la presència d'una acumulació arenosa fluvial a l'entrada del corredor d'Horta Vella hauria evitat la comunicació d'aquesta zona amb l'àrea fluvio-estuarina del centre de la plana. L'ambient d'Horta Vella al llarg d'aquest període és un ambient lacunar de tipus salabrós, de rereplatja, amb entrada de

sorres procedents de la retrogradació de la platja cap a l'interior, i amb episodis temporals d'entrada d'aigua dolça, possiblement d'origen freàtic.

4.4.3. L'estuari d'Empúries

L'element del paleopaisatge d'època grecoromana que presenta més interès des del punt paleogeogràfic i arqueològic és l'estuari d'Empúries, quina formació i evolució ja s'han comentat en anteriors apartats d'aquesta contribució. La paleomorfologia de l'estuari d'Empúries es presenta de forma cartogràfica en la Fig. 13 i en bloc diagrama interpretatiu en la Fig. 14. Aquest estuari és el producte de la retrogradació d'un sistema estuarií més extens (Fig. 12a) que va anar retrocedint cap a l'actual línia de costa en motiu de la progradació fluvial i el terraplenament de la plana d'Empúries.

Amb tot i això, en època grecoromana l'estuari d'Empúries encara presentava un desenvolupament notable, doncs s'estenia des de la zona litoral de l'actual Riuet fins el sector de l'estret de Cinclaus-Empúries, per una banda, i el vessant nord-oest de Cinclaus per l'altra. L'estudi dels perfils cronoestratigràfics també apunten la possibilitat d'un braç estuarií de component NNW, tal com es mostra a les Figs. 8 i 13, que en aquesta època hauria estat vinculat a un antic braç fluvial del riu Fluvià.

L'estudi de la paleomorfologia que delimita la zona estuarina ens permet interpretar que l'estuari es troba encaixat entre materials pliocens i cretàtics (Fig. 8), sobretot pel que fa a la zona estuarina que es desenvolupa al nord del meridià entre Viladamat i Empúries, de la qual cosa es dedueix que la seva incursió terra endins va beneficiar-se de la paleomorfologia del relleu basal de la plana.

La isòcrona 2000 anys BP (Figs. 7 i 8) ens dona a conèixer les característiques batimètriques de l'estuari prop de la zona litoral, des del Riuet fins aproximadament l'hípica d'Empúries. En aquesta zona litoral, l'eix central de l'estuari presenta calats màxims lleugerament superiors a 6 m de profunditat, que s'estenen pràcticament fins el centre de l'estret de Cinclaus-Empúries. La resta d'aquesta zona litoral presenta calats de l'ordre de 4 a 5 m, que disminueixen conforme ens apropem als vessants de l'estuari

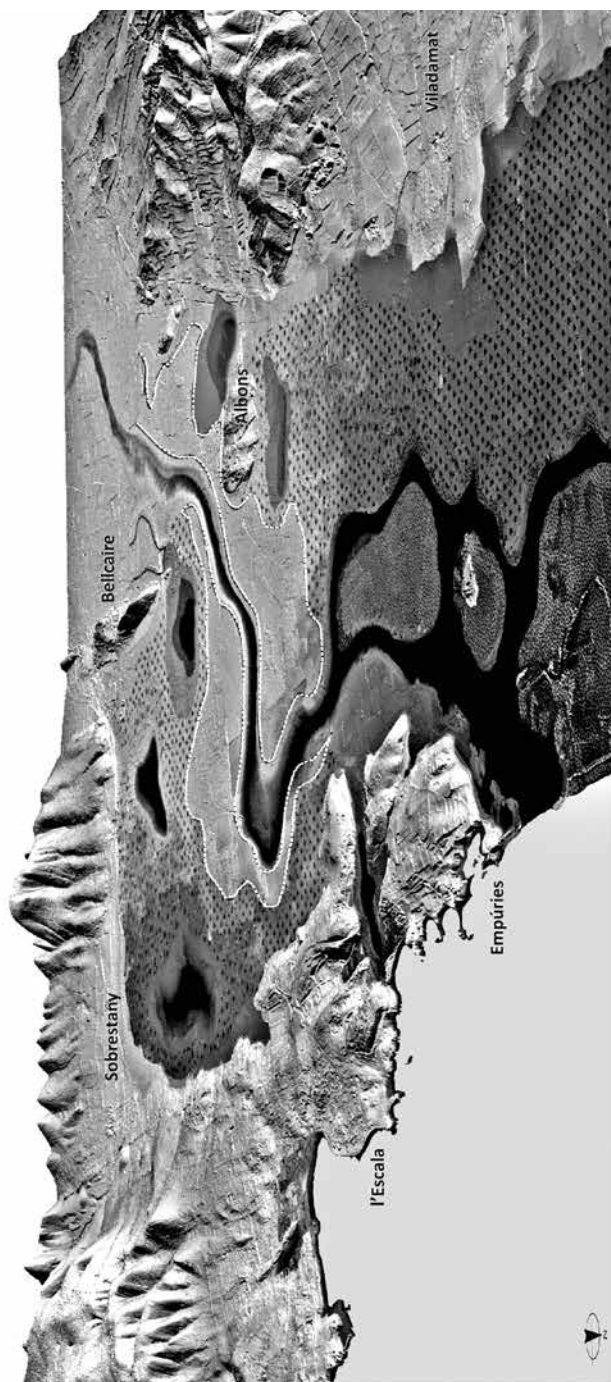


Fig. 14. Reconstrucció del paisatge de la plana d'Empúries en època grecoromana, aproximadament vers 2500-2000 BP. A la zona intralitoral no s'hi han representat les formacions arenoses que es desenvolupaven durant aquest període i s'ha mantingut la morfologia litoral actual.

(Fig. 13). La batimetria corresponent al braç estuari NNW del Fluvià i del sector NW del promontori de Cinclaus s'ha proposat a tall de temptativa, però en principi podria donar a entendre la presència de calats de l'ordre de 4 m, que es van reduint progressivament a mida que ens allunyem de la zona litoral.

L'existència d'una zona estuarina prop d'Empúries amb les característiques batimètriques a què acabem de fer referència té un notable interès pel que fa a la possibilitat que aquest estuari podria haver estat utilitzat com a port de resguard marítim en època grecoromana. Això no obstant, cal tenir en compte que la seva funcionalitat nàutica requeria també un accés fàcil des del mar, qüestió que en aquesta època podia estar notablement condicionada per l'existència de bancs arenosos litorals.

En conclusió, s'estima que l'estuari d'Empúries pot haver intervingut decisivament en la organització comercial de la colònia grecoromana d'Empúries, almenys durant un temps significatiu de la seva evolució. Malgrat tot, al voltant de l'inici de la nostra era les condicions geomorfològiques i la dinàmica sedimentària litoral degueren comprometre la perdurabilitat funcional de l'estuari i en conseqüència, condicionar la necessitat de cercar alternatives substitutives dels elements de resguard naturals.

BIBLIOGRAFIA

- ALOISI, J. C.; MONACO, A.; THOMMERET, J.; THOMMERET, Y. (1975). "Evolution paléogéographique du plateaux continental languedocien dans le cadre du Golfe du Lion". *Rev. Géog. Phys. et de Géol. Dynam.*, 17, fasc.1 (1975), p. 13-22.
- ALONSO, B.; CANALS, M.; PALANQUES, A. (2000). "El Canal Medio-Oceánico de Valencia (Mediterráneo Noroccidental): procesos sedimentarios y evolución durante el Plio-cuaternario". Dins: *Valles submarinos y sistemas turbidíticos modernos*. Barcelona: CSIC, 2000, p. 229-250.
- ALLEN, G. P.; POSAMENTIER, H. W. (1993). "Sequence stratigraphy and facies model of an incised valley fill; the Gironde Estuary, France". *Journal of Sedimentary Research*, 63 (1993), p. 378-391.
- ALMAGRO, M. (1950). "Las fuentes escritas referentes a Ampurias". *Ampurias*, 12 (1950), p. 145-235.
- AQUILUÉ, X.; CASTANYER, P.; SANTOS, M.; TREMOLEDA, J. (1999). *Empúries*. Empúries: Museu d'Arqueologia de Catalunya; Tarragona: El Mèdol, 1999. 134 p. (Guies del Museu d'Arqueologia de Catalunya).
- AQUILUÉ, X.; CASTANYER, P.; SANTOS, M.; TREMOLEDA, J. (2009). "Resultats de les darreres intervencions arqueològiques a la Neàpolis de la ciutat grega d'Empòrion (Empúries, L'Escala, Alt Empordà)". *Tribuna d'Arqueologia* 2009 (2011), p. 121-147.

- AQUILUÉ, X. (ed.) (2012). *Empúries, municipium emporiae*. Roma: "L'Erma" di Bretschneider, 2012. 187 p. (Ciudades romanas de Hispania; 6).
- ARIÑO GIL, E.; GURT ESPARRAGUERA, J. M.; PALET MARTÍNEZ, J. M. (2004). *El pasado presente. Arqueología de los paisajes en la Hispania romana*. Salamanca: Universidad de Salamanca; Universidad de Barcelona, 2004. 234 p. (Acta Salmanticensia. Estudios geográficos & históricos; 122).
- BACH i PLAZA, J. (1986). "Sedimentación holocena en el litoral emergido de l'Alt Empordà (NE de Catalunya)". *Acta Geológica Hispánica*, 21-22 (1986), p. 195-203.
- BACH I PLAZA, J. (2005). "Trets geològics de la plana litoral de l'Alt Empordà". *Empúries*, 54 (2005), p. 13-23.
- BARBAZA, Y. (1988). *El paisatge humà de la Costa Brava*. Barcelona: Edicions 62, 1988.
- BERENDSEN, H. J. A. (2005). *The Rhine-Meuse delta at a glance*. Utrecht University, 2005.
- BLÁZQUEZ, A. M.; USERA, J. (2010). "Palaeoenvironments and Quaternary foraminifera in the Elx coastal lagoon (Alicante, Spain)". *Quaternary International*, 221 (2010), p. 68-90.
- BLECH, M.; HOFFMANN, G.; MARZOLI, D. (1994). "Primera campaña en la costa del Ampurdán". *Huelva Arqueológica*, 13 (2) (1994), p. 75-85.
- BLECH, M.; MARZOLI, D.; BURJACHS, F.; BUXÓ, R.; CASAS, A.; GIRALT, S.; RAUBAUD, F. (1998). "Interdisziplinäre Prospektionen im Ampurdán, Vorbericht de Kampagnen". *Madrider Mitteilungen* 39, (1998), p. 99-120.
- BLECH, M.; MARZOLI, D. (2005). "Cambios en el paisaje costero del Empordà. Las investigaciones interdisciplinarias llevadas a cabo por el Instituto Arqueológico Alemán, Madrid". *Empúries* 54, (2005), p. 45-58.
- BLUM, M. D.; TÖRNQVIST, T. E. (2000). "Fluvial responses to climate and sea-level changes: a review and look forward". *Sedimentology*, 47 (2000), p. 2-48.
- BONY, G.; MORHANGE, CH.; MARRINER, N.; NIETO, X. (2011). "Géoarchéologie du port d'Empuries. Un port ouvert ou fermé?" *Méditerranée*, 117 (2011), p. 81-87.
- BORAO MATEO, J. E. (1987). "Las posibles centuriaciones ampuritanas". *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 20 (1987), p. 279-326.
- BURJACHS i CASAS, F.; BACH, J.; BUXÓ, R.; LLACER, P.; MCGLADE, J.; PICAZO, M.; PIQUE, R.; ROS, M. T. (2005). "El territori d'Emporion i les seves dades paleoambientals". *Empúries*, 54 (2005), p. 25-32.
- BURJACHS i CASAS, F. (2013). "Registros Paleobotánicos de Catalunya: (23) Castelló d'Empúries. Dins: Paleoflora y paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno- Cuaternario. Murcia: Quaderna Editorial, 2013, p. 303-305.
- BUXÓ, R. (2001). *L'origen i l'expansió de l'agricultura a l'Empordà (del neolític a la romanització)*. Girona: Associació d'Història Rural de les Comarques Gironines, 2001. 107 p. (Biblioteca d'història rural. Col·lecció Estudis; 3).
- CASTANYER, P.; ESTEBA, Q.; PONS, E.; SANTOS, M.; TREMOLEDA, J. (1999a). "La primera etapa de l'establiment de l'Edat del Ferro: Fase IIa". Dins: *Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-1996): de l'assentament precolonial a l'Empúries actual*. *Empúries: Museu d'Arqueologia de Catalunya*, 1999, p. 105-138. (Monografies Emporitanes; 9).
- CASTANYER, P.; SANTOS, M.; TREMOLEDA, J. (1999b). "L'assentament d'època arcaica: Fase III". Dins: *Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-1996): de l'assentament precolonial a l'Empúries actual*. *Empúries: Museu d'Arqueologia de Catalunya*, 1999, p. 217-330. (Monografies Emporitanes; 9).

- CASTANYER, P.; TREMOLEDA, J.; PONS, E.; SANTOS, M.; MONTURIOL, J. (2013). "El paisatge de l'entorn d'Emporion". *Camí de Ronda*, 4 (2013), p. 48-55.
- CATUNEANU, O. (2006). *Principles of Sequence Stratigraphy*. Amsterdam: Elsevier, 2006. 375 p.
- CLARKE, Peter U.; MIX, A. C. (2002). "Ice Sheets and sea level of the Last Glacial Maximum". *Quaternary Science Reviews*, 21 (2002), p. 1-7.
- COHEN, K.; VISSER, S.; KOSTER, K.; BEUMER, A.; CORNELISSE, C. (2014). *Peat in Netherlands. Field Guide*. Utrecht: Utrecht University, 2014.
- DUBAR, M. (1987). "Données nouvelles sur la transgressions holocene dans la region de Nice". *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3 (1987), p. 195-198.
- ERCILLA, G.; ESTRADA, F.; CASAS, D.; DURÀN, R.; NUEZ, M.; ALONSO, E.; FARRÁN, M. (2010). "The Masnou infralittoral sedimentary environment (Barcelona province, NW Mediterranean Sea): morphology and Holocene seismic stratigraphy". *Scientia Marina*, 74 (2010), p. 179-196.
- ESTEBA, Q.; PONS, E. (1999). "El primer hàbitat a Sant Martí: Fase I". Dins: *Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-1996: de l'assentament precolonial a l'Empúries actual*. Empúries: Museu d'Arqueologia de Catalunya, 1999, p. 89-101. (Monografies Emporitanes; 9).
- FERRER, J. de (1895). *Proyecto de fijación y repoblación de dunas procedentes del Golfo de Rosas*. Madrid: Imp. R. Rojas, 1895.
- FERRER, A.; CASTANYER, P. (2013). *Memòria del control arqueològic previ a la construcció d'un centre comercial a l'àmbit de l'Horta Vella, del municipi de l'Escala (Alt Empordà)*. Empúries: Museu d'Arqueologia, 2013.
- FLETA, J.; ARASA, A.; ESCUER, J. (1991). "El Neógeno del Empordà y Baix Ebre (Catalunya): estudio comparativo". *Acta Geológica Hispánica*, 26 (1991), p. 159-171.
- GÁMEZ TORRENT, D. (2008). *Sequence Stratigraphy as a tool for water resources management in alluvial coastal aquifers: application to the Llobregat delta (Barcelona, Spain)*. Tesis doctoral. UPC, 2008.
- GOT, H. (1973). *Étude des correlations tectonique-sedimentation aux cours de l'histoire quaternaire du precontinent pyreneo-catalan*. Tesis doctoral. Univ. Scienc. Tec. Languedoc. Centre Univ. Perpignan, 1973. 294 p.
- HIJMA, M. (2009). *From river valley to estuary. The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands*. Tesis doctoral. Utrecht University, 2009.
- JULIÀ, R.; RIERA, S. (2012). "Proposta d'evolució del front marítim de Barcelona durant l'Holocè a partir de la integració de dades geotècniques, intervencions arqueològiques i cronologies absolutes". *QUARHIS*, 6 (2012), p. 16-37.
- JULIÀ, R.; MONTANER, J.; CASTANYER, P.; SANTOS, M.; TREMOLEDA, J.; FERRER, A. (2014). "Évolution paléoenvironnementale de la limite sud du site archéologique d'Empúries à partir de la séquence holocène de Horta Vella (l'Escala)". *Monographies d'Archéologie Méditerranéenne* (en premsa).
- LABEYRE, J.; LALLOU, C.; MONACO, A.; THOMMERET, J. (1976). "Chronologie des niveaux eustatiques sur la cote de Roussillon de -33.000 ans BP à nos jours". *C.R. Acad. Sci. D.*, 282 (1976), p. 349-352.
- MAR, R.; RUIZ DE ARBULO, J. (1993). *Ampurias romana*. Vic: [s.n.], 1993.
- MARQUÈS, M. A.; JULIÀ, R. (1983a). "Características geomorfológicas y evolución del medio litoral de la zona de Empúries (Girona)". *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 5 (1983), p. 155-165.

- MARQUÈS, M. A.; JULIÀ, R. (1983b). "Fluvia and Muga delta plain geomorphological features and evolution. Alt Empordà-Gulf of Roses". Dins: Symposium on man's impact on coastal environment. Guidebook, (1983), p. 7-30.
- MARQUÈS, M. A.; JULIÀ, R. (1987). "Données sur l'évolution du littoral dans les Nord-Est de l'Espagne". Dins: Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée. Paris: Editions du CNRS, p. 15-23.
- MARQUÈS, M. A.; JULIÀ, R. (2005). "Evolución de la zona litoral del Empordà durante el último milenio". Dins: Geomorfologia litoral i Quaternari. Eds. Sanjaume, 2005, p. 259-272.
- MARQUÈS, M. A.; JULIÀ, R.; MONTANER, J. (2010). "El darrer mil·lenni d'evolució litoral a l'Empordà". Dins: El flux hidrològic de la plana litoral del Baix Ter. [Torroella de Montgrí]: Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis - Museu de la Mediterrània, 2010, p. 31-39. (Recerca i territori; 2).
- MARZOLI, D. (1995). "Küstenforschungen im Ampurdán". Madrider Mitteilungen, 36 (1995), p. 233-240.
- MARZOLI, D. (2005). "Die Besiedlungs und Landschaftsgechichte em Empoda, von der Endbronzezeit bis zum Beginn der Romanisierung". Iberia Archeologica, 5 (2005).
- MAS, J.; PALLÍ, L.; BACH, J. (1989). "Geologia de la plana del Baix Empordà". Estudis del Baix Empordà, 8 (1989), p. 5-43.
- MAS, J.; BACH, J.; LINARES, R.; MONTANER, J.; TRILLA, J.; PALLÍ, L. (1999). "Aportación a la cronología del Cuaternario de la depresión del Baix Empordà (Girona)". Avances en el estudio del Cuaternario español. Girona: Universitat de Girona, 1999, p. 107-112.
- MATÓ, E.; SAULA, E.; RUBIÓ, J.; SOLÀ, J.; MONTANER, J.; CAUS, E. (1995a). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. Cala Montgó (297-1-1). Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1995.
- MATÓ, E.; SAULA, E.; MONTANER, J.; SOLÀ, J.; CAUS, E.; SERRA, J. (1995b). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. L'Estartit (297-1-2). Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1995.
- MATÓ, E.; SAULA, E.; BERAESTEGUI, X.; CAUS, E. (1996). "Estratigrafia del macizo del Montgrí". Geogaceta, 20 (1) (1996), p. 58-61.
- MAUFFRET, A.; SANCHO, J. (1970). "Etude de la marge continentale au nord de Majorque (Balears, Espagne)". Rev. Inst. Français Pétrole, 25 (1970), p. 714-730.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J.; PICART, J.; MATÓ, E.; SAULA, E. (1994). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. Torroella de Montgrí (296-2-2). Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1994.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J.; PICART, J.; MATÓ, E.; SAULA, E. (1995a). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. L'Escala (296-2-1). Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1995.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J.; MAS, J.; PALLÍ, L. (1995b). "Aportació al coneixement de l'evolució geològica recent de la plana del Ter (Baix Empordà)". Estudis del Baix Empordà, 14 (1995), p. 43-53.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J.; PICART, J.; VIÑALS, E.; AGUSTÍ, J. (1996). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000. Sant Pere Pescador (258-2-2). Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1996.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J.; MAS, J. (1999). "El relleno pleistoceno i holoceno de la llanura aluvial del río Daró (Baix Empordà)". Avances en el estudio del Cuaternario español. Girona: Universitat de Girona, 1999, p. 113-117.
- MONTANER, J.; SOLÀ, J. (2004). "Reconstrucció d'estadis paleogràfics recents a la plana del Baix Ter". Papers del Montgrí, 23 (2004), p. 8-26.

- MONTANER, J.; JULIÀ, R.; MARQUÈS, M. A.; SOLÀ, J. (2010a). "El riu Ter, vint mil·lennis de dinàmica fluvial". Dins: *El flux hidrològic a la plana litoral del Baix Ter*. [Torroella de Montgrí]: Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis - Museu de la Mediterrània, 2010, p. 17-30. (Recerca i territori; 2).
- MONTANER, J.; PONS, P.; LÓPEZ, J. (2010b). "Caracterització del flux hidrològic a la plana litoral del Baix Ter". Dins: *El flux hidrològic a la plana litoral del Baix Ter*. [Torroella de Montgrí]: Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis - Museu de la Mediterrània, 2010, p. 53-182. (Recerca i territori; 2).
- MURRAY, J. W. (1973). *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*: London (Heinemann Educational Books).
- MURRAY, J. W. (2006). *Ecology and Application of Benthic Foraminifera*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 426 p.
- NIETO, X.; REVIL, A.; MORHANGE, CH.; VIVAR, G.; RIZZO, E.; AGUELO, X. (2005). "La fachada marítima de Ampurias: Estudios geofísicos y datos arqueológicos. Empúries, 54 (2005), p. 71-100.
- NIETO, X.; RAURICH, X. (1998). "La infraestructura portuaria ampuritana". III Jornadas de Arqueología Subacuática. Valencia, p. 56-76.
- NOLLA, J. M.; SAGRERA, J. (1996). "Ciuitatis Impuritanæ Coemeteria. Les necròpolis tardanes de la Neàpolis". Estudi General. Revista de la Facultat de Lletres de la Universitat de Girona, 15 (1996), p. 9-329.
- PALET, J. M.; GURT, J. M. (1998). "Aménagement et drainage des zones humides du littoral emporitain (Catalogne): une lecture diachronique des structures agraires antiques". Méditerranée, 4 (1998), p. 41-48.
- PALET, J. M.; RIERA, S. (2001). "Organización territorial y dinámica del paisaje en zonas litorales del nordeste de Hispania". Dins: *Actas do 3 Congresso de Arqueologia Peninsular*. Oporto, p. 33-45.
- PALET, J. M.; JULIÀ, R.; RIERA, S.; EJARQUE, A.; ORENGO, H.; MIRAS, Y.; GARCIA, A.; ALLÉE, PH; REED, J.; MARCO, J.; MARQUÉS, M. A.; FURDADA, G.; MONTANER, J. (2012). "Landscape Systems and Human Land-Use Interactions in Mediterranean Highlands and Littoral Plains during the Late Holocene: Integrated Analysis from the InterAmbAr Project (North-Eastern Catalonia)» e-topoi. *Journal for Ancient Studies*, 3 (2012), p. 305-310.
- PALET, J. M.; ORENGO, H. A.; EJARQUE, A.; GARCIA, A.; JULIÀ, R.; RIERA, S.; MARCO, J.; MONTANER, J. (2014) (en premsa). "Dynamiques du paysage et organisation territoriale dans la plaine littorale de l'Emporda (Nord-est de la Catalogne) de l'antiquité au haute Moyen Âge". Dins: *XXXIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes* (en premsa).
- PARRA, I. (1988). *Analyse Pollinique du bassin de Sobrestany (Girona, Catalonia). Actiion Anthropologique et changements colimatique pendent l'Holocène*. Tesis Univer. Montpellier, 1988.
- PARRA, I.; VAN CAMPO, E.; OTTO, T. (2005). "Análisis palinológico y radiométrico del sondeo Sobrestany. Nueve milenios de historia vegetal e impactos humanos sobre la vegetación del Alt Empordà". *Empúries*, 54 (2005), p. 33-44.
- PELLA i FORGAS, J. (1883). *Historia del Ampurdán. Estudio de la civilización en las comarcas del noreste de Cataluña*. Barcelona: Luis Tasso y Serra, impresor, 1883. Edició facsímil, 1980. 788 p.
- PICAT, J.; SOLÀ, J.; MONTANER, J.; MATÓ, E.; LLENAS, M.; LOSANTOS, M.; BERÀS-TEGUI, X.; AGUSTÍ, J. (1996). "La sedimentación Neógena en los márgenes de la cuenca del Empordà". *Geogaceta*, 20-1 (1996), p. 84-87.

- PIPIÓ, H. (1999). "Ressenya històrica del procés de fixació de les dunes empordaneses". *Papers del Montgrí*, 17 (1999), p. 26-41.
- PLANA MALLART, R. (1994). *La chora d'Emporion*. Paris: Centre de Recherches d'Histoire Ancienne, 1994. 228 p.
- PONS, E. (1984). *L'Empordà de l'edat del Bronze a la del Ferro 1100-600 aC*. Girona: Centre d'Investigacions Arqueològiques, 1984. 366 p. (Sèrie Monogràfica; 4).
- RAMBAUD, F. (2005). "Reconstrucción de la línea de costa en el entorno de Ampurias". *Empúries*, 54 (2005), p. 59-70.
- RAYNAL, O. (2008). *Architectures de dépôts et facteurs de contrôle d'un système côtier à faibles apports sédimentaires - le littoral languedocien (Golfe du Lion, Sud de la France)*. Tesis doctoral. Université du Montpellier, 2008.
- RIBA, O. (1981). "Canvis de nivell i de salinitat a la Mediterrànea Occidental durant el Neogen i el Quaternari". *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 9 (1981), p. 45-62.
- RIBA, O.; COLOMBO, F. (2009). *Barcelona: la Ciutat Vella i el Poblenou*. Assaig de geologia urbana. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2009. 278 p.
- RIERA, S., ESTEBAN, A. (1994). "Vegetation history and human activity Turing the last 6000 years on the central Catalan coast". *Veget. Hist. Archaeobot.*, 3 (1994), p. 7-23.
- ROQUÉ, C. (2006). "Evolució paleogeogràfica de l'entorn de la Ciutadella de Roses durant l'Holocè". Dins: *La colònia grega de Rhode (Roses, Alt Empordà)*. Girona: Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, 2006, p. 31-32. (Sèrie Monogràfica; 23).
- SABATIER, P.; DEZILEAU, L.; BARBIER, M.; RAYNAL, O.; LOFI, J.; BRIQUEAU, L.; CONDOMINES, M.; BOUDHETTE, F.; CERTAIN, R.; VAN GRAFENSTEIN, U.; JORDA, C.; BLANCHEMANCHE, P. (2010). "Late-Holocene evolution of a coastal lagoon in the Gulf of Lions (South of France)". *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 181- 1 (2010), p. 27-36.
- SANTOS, M.; CASTANYER, P.; TREMOLEDA, J. (2013). "Emporion arcaica: los ritmos y las fisonomías de los dos establecimientos originarios, a partir de los últimos datos arqueológicos". Dins: *L'Occident grec de Marseille à Mégara Hyblaea*. Paris: Errance, 2013, p. 103-113.
- SCHUMM, S. A. (1993). "River Response to Baselevel Change: Implications for Sequence Stratigraphy". *The Journal of Geology*, 100- 2 (1993).
- SIANI, G.; PATERNE, M.; ARNOLD, M.; BARD, E.; MÉTIVER, B.; TISNERAT, N.; BASSINOT, F. (2000). "Radiocarbon reservoir ages in the Mediterranean Sea and Black Sea". *Radiocarbon*, 42 (2) (2000), p. 271-280.
- SOLÀ, J.; MONTANER, J.; BERÀSTEGUI, J.; LOSANTOS, M. (1995). "Methodology for geological cartography at alluvial plains. The Example of the Baix Ter Plain. Present Uses and Future Assessment". Dins: *First European Meeting on Regional Geological Cartography and Information Systems*, vol. 5. Bolonya Workshop 1.
- SOLÀ, J.; MONTANER, J.; PICART, J.; BERÀSTEGUI, X.; LOSANTOS, M. (1996). "Correlación estratigráfica entre los depósitos aluviales de los ríos Terri y Ter. Interpretación de su edad y de su relación con los depósitos carbonatados del Pla de Mata (Baix Empordà- Pla de l'Estany, Girona)". *Geogaceta*, 20-1 (1996), p. 92-95.
- STANLEY, D. J.; WARNE, A. G. (1997). "Holocene Sea-Level Change and Early Human Utilization of Deltas". *GSA Today*, v. 7, 12, (1997), p. 1.
- TASSONE, A.; ROCA, E.; MUÑOZ, J. A.; CABRERA, L.; CANALS, M. (1994). "Evolución del sector septentrional del margen continental catalán durante el Cenozoico". *Acta Geológica Hispánica*, 29 (1994), n. 24, p. 3-37.
- VAN STRIEN, W. J. (2010). "Fluvial Sequence Stratigraphy". *Exploration & Production Geology*