



Projecte de restauració de la desembocadura de la Tordera

Javier Rubio Frías ¹ , Enric Sagristà ^{2,3} , Francesc Sabater ¹ , Roger Pallàs ²

¹ Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, UB

² Imbrica Environment & Engineering

³ Naturalistes del Montnegre i la Tordera (NatMonT)

Resum: La desembocadura de la Tordera és una de les zones humides de Catalunya més pressionada pel creixement urbanístic i turístic de finals del segle xx. La pèrdua d'hàbitats derivada d'aquesta pressió antròpica i la falta d'espai que impedeix la laminació de les avingudes, fan necessària la cerca d'un equilibri sostenible per evitar la pèrdua dels valors naturals d'aquest espai. L'avinguda ocorreguda durant el temporal del Glòria de gener de 2020, va poder recuperar parcialment la morfodinàmica de la desembocadura però a costa de greus danys materials sobre les activitats turístiques implantades a la desembocadura i ens va recordar quin és l'espai que necessita realment el riu per desguassar l'aigua correctament. Aquest context ofereix una oportunitat única per tal de repensar aquest espai en termes de resiliència davant el canvi climàtic, riscos d'inundació i de recuperació ecològica i de biodiversitat. Per aquesta raó, es fa necessari dur a terme un projecte de restauració que retorni la funcionalitat i dinàmica fluvial i marítima natural de la desembocadura a través de la recuperació de la connectivitat transversal de l'espai, reemplaçant els càmpings que ofeguen la desembocadura i tractant geomorfològicament aquest espai, afavorint el desenvolupament dels hàbitats característics d'aquest espai. En aquest sentit, el present treball, es planteja el repte de restaurar la desembocadura, potenciant les característiques que fan única aquesta zona humida a través de l'eliminació dels impactes presents en l'espai.

Summary: RESTORATION PROJECT OF THE MOUTH OF THE TORDERA RIVER. – The mouth of the Tordera River is one of the most pressured wetlands in Catalonia because of urban and touristic development dating from the end of the 20th century. The loss of habitats resulting from this anthropic pressure and the lack of space that prevents the attenuation of floods make it necessary to seek a sustainable balance to avoid the loss of the natural values of this area. The flooding that occurred during the Glòria storm of January 2020 was able to partially recover the morphodynamics of the estuary but at the cost of serious material damage to the tourist activities established in the estuary. The flooding also reminded us of the space that the river really needs to drain the water properly, offering a unique opportunity to rethink this space in terms of resilience to climate change, flood risks and ecological and biodiversity recovery. It is necessary to restore the functionality and natural fluvial and maritime dynamics of the estuary by recovering the transversal connectivity of the space, replacing the campsites that block the estuary and dealing with this space geomorphologically in order to foster the development of its characteristic habitats. The present article poses the challenge of restoring the river mouth, enhancing the unique characteristics of this wetland by eliminating the impacts to which it is subject.

Introducció

Els ecosistemes i deltes fluvials són ecosistemes complexos, fràgils i escassos, per petits que siguin, i el de la Tordera no és una excepció. Tot i la seva relativa poca extensió, és un espai d'importància davant el manteniment de processos hidrogeològics, així com en el seu poder d'esmortiment climàtic i d'alberg d'elevats valors ecològics i naturals.

El desconeixement d'aquest espai ha generat un conflicte d'usos i de gestió que han generat,

en només cent anys, la seva transformació paisatgística (per l'agricultura, la indústria, el creixement urbanístic i el turisme). Aquesta artificialització del territori ha restringit la dinàmica i els processos naturals que es produeixen en aquest espai, provocant que actualment el delta i la desembocadura de la Tordera no gaudeixin dels valors naturals que els són propis i que tenien fins fa una mica menys d'un segle.

La morfogeneració de la dinàmica del riu i de part dels processos hidrogeomorfològics a la desembocadura de la Tordera i el redescobrimet

d'aquest espai natural, arran del temporal Glòria del 2020, van catalitzar la voluntat de declarar aquest espai com a Reserva Natural Parcial i de gestionar els riscos d'inundacions a través del Pla de Gestió de Motes del Delta de la Tordera (ACA) (Manifest de la Tordera, 2020). Aquest context ofereix una oportunitat única per tal de reflexionar i actuar sobre com volem que sigui, en un futur, aquest espai i el seu entorn i en el seu potencial per fer front a un turisme alternatiu i als efectes del canvi climàtic.

D'aquesta forma, aquest projecte de restauració de la desembocadura respon a una necessitat reclamada des de fa temps per coneixedors i naturalistes del territori; la seva restauració hidrogeomorfològica i ecològica per tal de retornar la funcionalitat i dinàmica fluvial i marítima natural d'un dels espais deltaics més maltractats de la costa catalana.

El projecte intenta evitar la imitació de la restauració d'altres zones humides de Catalunya com els aiguamolls del Baix Ter, (en les quals s'han volgut restaurar una sèrie d'hàbitats d'interès comunitari), el Delta de l'Ebre, el Delta del Llobregat o els Aiguamolls de l'Empordà, a causa de les característiques diferencials d'aquest espai respecte als altres:

- La litologia del substrat determina una morfologia característica del front marítim i dels hàbitats que poden desenvolupar-se en aquest espai.

- La presència d'un microclima especial que determina, a la zona litoral, el desenvolupament d'hàbitats més típics de muntanya que de terra baixa mediterrània.

- La presència d'aigua superficial es troba molt influenciada per la precipitació i el nivell de l'aquífer.

- Existeix una elevada biodiversitat, especialment pel que fa a l'herpetofauna.

- La llacuna de la desembocadura, a diferència d'altres llacunes del litoral català, és d'aigua dolça a causa de la surgència de l'aquífer de la Tordera.

- Les reduïdes dimensions de l'espai natural protegit fan inviable la coexistència entre activitats lúdiques, esportives o turístiques i la preservació dels valors naturals.

En aquest sentit, aquest projecte vol ser curós i vol potenciar aquestes mateixes particularitats de la desembocadura de la Tordera i del delta, que fan únic aquest espai i que determinen, geomorfològicament, una sèrie d'hàbitats potencials molt específics i únics de la zona litoral deltaica (sorrals litorals, prats humits i vernedes al·luvials, principalment, que es descriuen més endavant).

Alguns projectes de restauració de rellevància que poden servir de referència a l'àmbit de la Tordera corresponen a:

Projecte LIFE la Pletera: projecte basat en la desurbanització de part del front litoral del Baix Ter per recuperar la funcionalitat ecològica dels sistemes costaners de la Pletera, a l'Estartit. El

projecte inclou la recuperació d'una sèrie de llacunes, marismes i hàbitats litorals desapareguts per la construcció al 1987. És tracta d'un projecte interessant que permet mostrar com, en una zona amb tanta pressió urbanística, és possible la restauració de zones alterades i la recuperació de la seva funcionalitat ecològica i d'espècies protegides.

Restauració ambiental del paratge de Tudela (EMF Arquitectura del Paisatge): projecte ambiental i paisatgístic en l'àmbit del Club Med situat al Cap de Creus. Es tracta d'un projecte molt interessant pel que fa a la recuperació d'un paisatge d'alt valor ambiental basat principalment en la deconstrucció de l'espai urbanitzat, la retirada de residus i l'eliminació d'espècies invasores. El projecte també és interessant per demostrar la convivència entre els valors ambientals i la coneixença social del paisatge.

Recuperació ecològica i ambiental de la zona humida de les Madrigueres: projecte basat en la recuperació de llacunes litorals a la desembocadura de la riera de la Bisbal, al Vendrell. Es tracta d'un projecte interessant per constatar com la pressió ecologista (Geven), la social i les actuacions dels ajuntaments poden tirar endavant projectes de restauració ambiental i de protecció dels espais lliures, enfront de la urbanització del litoral. A més a més, el projecte recupera una sèrie de llacunes poc profundes, de caràcter temporal idònies per a amfibis i aus limícoles, que es volen recuperar a la Tordera.

Objectius

En aquesta línia, l'objectiu d'aquest projecte és el de realitzar una diagnosi ambiental de la zona deltaica per tal d'establir les actuacions i mesures necessàries per retornar la funcionalitat i la dinàmica natural de la desembocadura de la Tordera a través de la recuperació de la connectivitat transversal d'aquest tram final del riu. Aquesta connectivitat passa obligatòriament per un replantejament d'aquest espai i dels usos que s'hi desenvolupen, que ofeguen i immobilitzen la desembocadura, i pel tractament hidrogeomorfològic de la llera i de la riba, que permetria la recuperació de la dinàmica fluvial i marítima en l'espai i el desenvolupament dels hàbitats i de la fauna i flora que els són propis, al cap i a la fi, la biodiversitat.

D'aquesta manera, per tal d'assolir aquesta imatge-objectiu, s'han plantejat tres punts que s'haurien d'assolir en el projecte:

- Recuperar la connectivitat transversal del riu de la Tordera i el rec Viver amb la plana deltaica.

- Restaurar una sèrie d'hàbitats d'interès que o bé han desaparegut o bé es troben molt limitats i en retrocés al delta.

- Afavorir la fauna pròpia d'aquest espai pel que fa a les espècies rares, peculiars o emblemàtiques del delta.

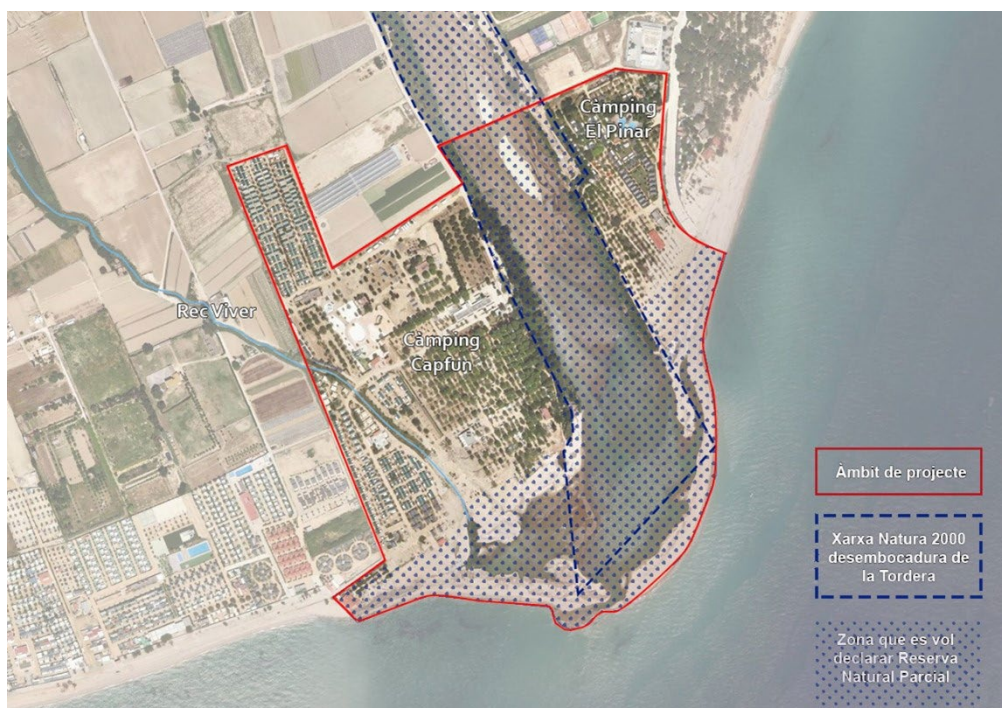


Figura 1. Àmbit d'actuació del projecte. Font: elaboració pròpia a partir de ICGC.

L'assoliment d'aquests objectius permetrà la millora de les condicions ecosistèmiques del delta a través del retorn de les dinàmiques naturals (fluvials i marítimes) a l'espai.

Àmbit de projecte

La delimitació de l'àmbit del projecte de restauració s'ha establert tenint en compte la importància ecològica d'aquest espai i tenint en compte l'elevat dinamisme de la zona. Aquest és l'àmbit que, a la vegada, determina l'Associació Naturalistes del Montnegre i la Tordera (NatMonT), per tal de recuperar la funcionalitat ecològica i natural de la desembocadura (Buxalleu i Romera, 2021) i dins de l'àmbit de la tercera alternativa del Pla de Gestió de Motes del Delta de la Tordera, elaborat per l'ACA (NatMonT, 2022).

L'àmbit del projecte engloba l'espai protegit de la desembocadura i part de la llera del riu, (que formen part de l'Espai Natural Protegit del Riu i Estanys de la Tordera, contemplat en la Xarxa Natura 2000), els càmpings que constreñeixen el tram final i les desembocadures del rec Viver i de la Tordera (Càmping Capfun, a Malgrat de Mar i Càmping El Pinar, a Blanes), les zones litorals davant d'aquests càmpings, així com el tram annex en custòdia del càmping Els Pins (fig. 1).

L'àmbit del projecte, d'aproximadament 30 hectàrees es troba fortament alterat per les activitats turístiques que s'hi desenvolupen, que impossibiliten d'una banda, la laminació de les avingudes del riu de la Tordera i del rec Viver i, d'una altra, en aquest espai reduït, el desenvolupament

de la funcionalitat hidrogeomorfològica i ecològica de la desembocadura Grup de Treball del Manifest de la Tordera (2020).

Malgrat les propostes per a la millora de les condicions d'inundabilitat (vegeu NatMonT, 2022), que no tenen en compte la millora ecològica de l'espai, és convenient dur a terme un projecte que restauri ecològicament aquest espai mitjançant la remoció d'aquestes activitats turístiques i per tal de millorar el risc d'inundació a la desembocadura.

Metodologia

La metodologia emprada per a la realització de la diagnosi ambiental i la identificació de les problemàtiques existents ha estat principalment la consulta de la bibliografia, extensament disponible, xerrades publicades, gravacions i l'anàlisi cartogràfica a través del programari ArcGis. Les capes cartogràfiques per al tractament de dades en ArcGis s'han obtingut de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) i de l'Agència Catalana de l'Aigua, així com d'altres fonts privades de les quals s'ha obtingut el permís dels seus autors.

Aquestes dues vies de consulta i tractament de dades s'han combinat amb un exhaustiu treball de camp realitzat entre els mesos de març i abril de 2021, amb els quals s'ha volgut conèixer l'espai i la seva vegetació i fauna existent, a més d'identificar els impactes i les problemàtiques principals d'aquest espai. A més, s'ha realitzat una sortida de camp amb alguns dels integrants de l'Associació Naturalistes del Montnegre i la Tordera (NatMonT), grans coneixedors de l'espai i

del territori, a través de la qual es va poder recopilar informació clau per conèixer millor la zona d'estudi i per a la realització d'aquest projecte.

El disseny del projecte i les modificacions topogràfiques i seccions s'han realitzat íntegrament amb sistemes d'informació geogràfica, que, posteriorment s'han treballat amb programes d'edició fotogràfica.

Diagnosi ambiental

El riu de la Tordera, al delta i a la Baixa Tordera, es caracteritza per tenir un substrat de granulometria sorrenca que fa que el riu tingui un caràcter anastomosat (Sagristà, 2020). Aquests materials sorrenca dipositats a la plana deltaica han permès, alhora, que s'hi desenvolupin dos aqüífers fortament interconnectats (aquífer superficial i profund de la Baixa Tordera) que determinen el nivell freàtic de la superfície (Boada *et al.*, 2008), amb totes les implicacions que té aquest fet sobre la dinàmica i geomorfologia d'aquest delta (vegeu Sagristà, 2020 per ampliar informació).

A causa de les característiques climàtiques, geològiques, morfodinàmiques i hidrològiques de la conca hidrogràfica, el riu es caracteritza per ser del tipus fluviotorrential, fet que condiciona unes fortes oscil·lacions del cabal (Panareda, 2020). El riu manté aigua en superfície durant bona part de l'any menys durant els mesos estivals quan el riu presenta un cabal mínim superficial i moltes vegades acaba desapareixent si la recàrrega de l'aquífer superficial no ha estat suficient o si l'aquífer és sobreexplotat (Romera 2019a).

Durant les èpoques plujoses (sobretot durant la tardor), el riu incrementa enormement el seu cabal, i genera avingudes recurrents que, a la Tordera reben el nom de torderades, amb un potencial hidràulic molt elevat (Gutiérrez i Pearnau, 1999).

Aquestes característiques del riu determinen un elevat risc d'inundabilitat (fig. 2) de les planes

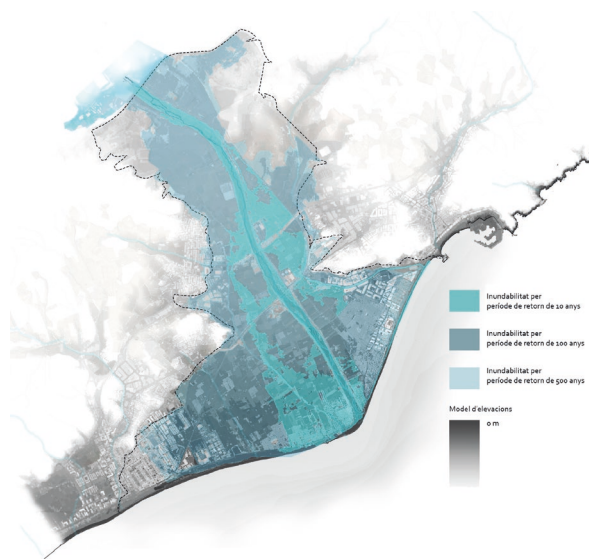


Figura 2. Inundabilitat produïda al delta de la Tordera. Font: elaboració pròpia a partir de dades disponibles de l'Agència Catalana de l'Aigua.

al·luvials, i, per aquesta raó, el riu es va canalitzar amb motes a mitjans del segle xx, que, resulten ineficaces per fer front a inundabilitats amb períodes de retorn superiors als deu anys i impedeixen la dinàmica fluvial natural. Quan això succeeix el riu trenca les motes de contenció i desborda generant trencs (o braços secundaris), que produeixen una sèrie d'afectacions sobre les zones agrícoles i totes aquelles zones urbanes i turístiques que s'han implantat en aquest espai sense tenir en compte la dinàmica fluvial (pròpies de l'expansió urbanística des de mitjans del segle xx), tal com va passar amb el temporal del Glòria de 2020 (Ramoneda, 2020).

El delta de la Tordera (fig. 3), constitueix, un espai d'elevat valor ecològic, ja que alberga una gran quantitat d'hàbitats i espècies animals i ve-

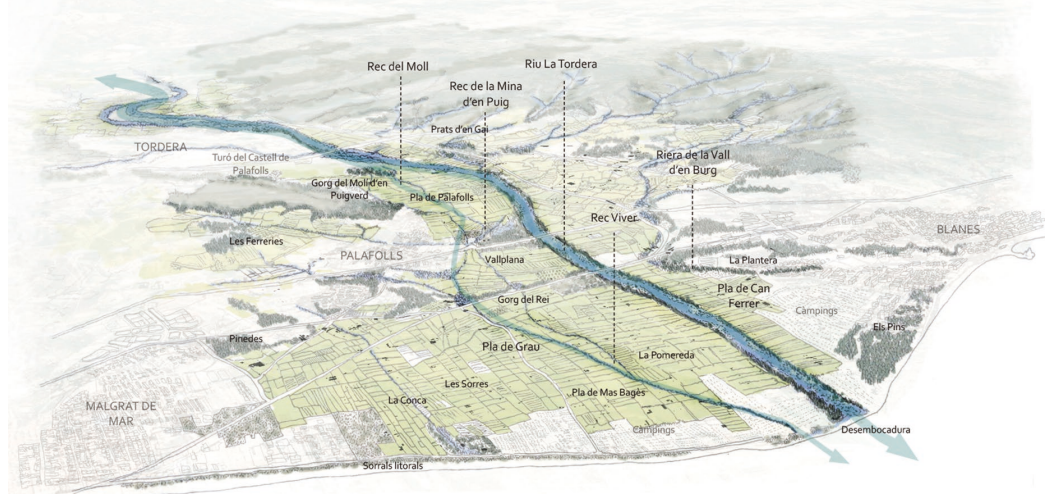


Figura 3. Vista aèria del delta de la Tordera. Font: elaboració pròpia a partir d'ortofotografia aèria (Google Earth) i mapa topogràfic de l'ICGC.

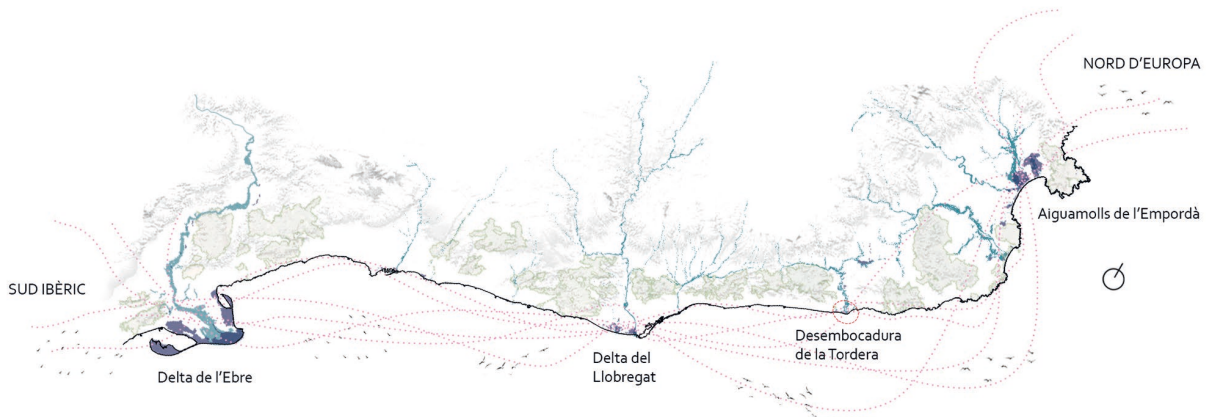


Figura 4. Importància de la desembocadura en les rutes migratòries d'aus. Font: elaboració pròpia a partir de dades migratòries d'espècies d'aus (SeoBirdLife).

getals típics d'ambients aquàtics costaners i muntanyencs, que aporten una elevada biodiversitat a aquest espai i fan que sigui un punt calent de biodiversitat de tota Catalunya. La plana deltaica sempre ha estat aprofitada per l'agricultura, i la construcció de canals (com el rec Viver, que desemboca paral·lel a la Tordera) va permetre el desenvolupament de l'agricultura de regadiu (Gutiérrez i Perearnau, 1999).

En l'actualitat existeixen els cultius hortícoles entre els quals destaca el Pla de Grau, que sustenten gran part de la biodiversitat present al delta i permeten la connectivitat del riu i el delta cap a les zones muntanyoses. Aquest model agrícola seria convenient mantenir-lo per tal de garantir la funcionalitat dels sistemes naturals deltaics, evitant l'agricultura intensiva, tal i com està passant recentment amb la implantació d'hivernacles i millorant els sistemes de reg.

Al delta trobem l'Espai Natural Protegit del Riu i Estanys de la Tordera (Xarxa Natura 2000), que inclou la Tordera, la seva desembocadura, i una sèrie de llacunes, estanys, gorgs i boscos caducifolis inundables a la Baixa Tordera (Sagristà, 2020).

La desembocadura de la Tordera és el punt en el qual el riu entra en contacte amb el mar Mediterrani (Payet, 2010) i constitueix un ecosistema únic amb una sèrie de característiques singulars, particulars i diferencials d'altres zones humides de Catalunya, amb una elevada importància ecològica dins de l'àmbit peninsular (Sagristà, 2020; Romera, 2018a):

- La litologia i granulometria del substrat (sorra gruixuda - sauló) que aporta el riu, i l'absència de material fi determina una morfologia molt característica del front marítim i dels hàbitats que s'hi poden desenvolupar en aquest espai (Sagristà, 2020).

- Existència d'un microclima especial, amb precipitacions més grans a l'estiu que a la primavera i amb baixes temperatures a l'hivern tot i situar-se a primera línia de mar (amb freqüents

glaçades) determinen, al litoral, unes comunitats vegetals més típiques de muntanya mitjana que de terra baixa mediterrània (Romera, 2018a).

- La presència d'aigua superficial es troba molt influenciada per la precipitació i el nivell de l'aqüífer (del qual s'explota el 70% per a l'abastament humà, segons Sagristà, 2020), el que determina la temporalitat de masses d'aigua.

- Existeix una elevada biodiversitat en la desembocadura i els espais adjacents, incloent-hi les zones agrícoles (Romera, 2018a).

- La desembocadura de la Tordera és la principal zona humida (fig. 4) de la ruta migratòria més important entre els aiguamolls de l'Empordà i el delta del Llobregat. Aquesta ruta transcorre en un dels trams costaners més urbanitzats de Catalunya, esdevenint, llavors, un lloc d'aturada, descans i alimentació clau pels passos migratoris (Buxalleu i Romera, 2021). A l'espai s'han observat fins a 313 espècies d'aus limícoles i no aquàtiques, esdevenint el quart espai natural de Catalunya en importància per a l'observació d'aus migratòries.

- La magnitud de l'aqüífer superficial del riu la Tordera exerceix una enorme pressió sobre la falca salada provinent del mar i, per altra banda, l'aigua salada empeny l'aqüífer cap a la superfície, generant una llacuna interior d'aigua dolça que té aigua durant tot l'any i que queda aïllada del mar per una barra litoral (que s'obre al mar durant les torderades) (Sagristà Soler, 2020).

La desembocadura ha estat una de les zones deltaiques on més han incidit els efectes del boom urbanístic i turístic de segona meitat del segle xx i la canalització del riu dels anys 40, tal i com mostra el canvi dels usos del sòl (fig. 5) (Serra i Pintó, 2005).

El vol americà del 1954 ens permet observar com era aquesta desembocadura al segle passat. Si bé als anys cinquanta (fig. 5) existia una forta pressió agrícola, que arribava ben bé a primera línia de mar, sí que s'observa una desembocadura força àmplia i mòbil, amb un rec Viver funcional i

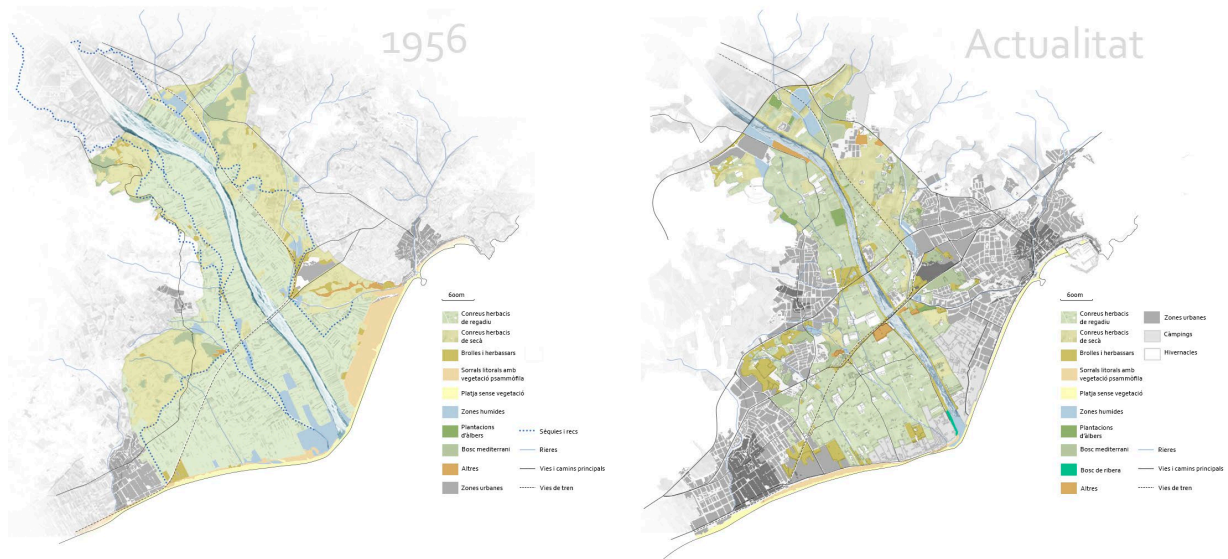


Figura 5. Canvi d'usos del sòl del delta de la Tordera entre 1956 (esquerra) i 2018 (dreta). Font: Elaboració pròpia a partir de la cartografia d'usos i hàbitats realitzada per Sagristà 2020.

retalls d'espais humits (vernedes al·luvials, prats humits, canyissars, sorrals i brolles litorals).

A partir de l'arribada del turisme (anys 70-80), però, les zones agrícoles i humides de la desembocadura es van reblir de runes i sauló, incrementant el nivell topogràfic de la zona fins a 1 m d'alçada, per tal d'instal·lar-hi càmpings. Atès que a la zona propera a la desembocadura hi aflorava el freàtic, aquestes instal·lacions turístiques van restringir la connectivitat transversal del riu durant les torderades dotant-se d'esculleres per tal de donar més estabilitat a les platges de la zona deltaica. A conseqüència d'això, junt amb la sobreexplotació de l'aqüífer, les zones humides de la desembocadura van quedar limitades a una petita llacuna interior a la llera del riu, i el riu va perdre la seva pròpia mobilitat transversal a la desembocadura. A partir d'aquell moment, la desembocadura pateix una seriosa degradació, en part a causa del retrocés de la línia de mar i al constrenyiment que suposava tenir uns càmpings a tocar de la desembocadura que canalitzaven la sortida de l'aigua del riu i els seus sediments mar endins, impeding la seva laminació lateral i la redistribució de sediments a les platges (Sardà *et al.*, 2013; Martín Vide *et al.*, 2015). A més, la sobrefreqüentació derivada de l'increment del turisme en aquesta zona feia que l'avifauna no pogués estar de forma més permanent en aquest espai.

Així doncs, un dels principals problemes de la desembocadura de la Tordera és la falta d'espai, tal i com va quedar palès durant el temporal del Glòria de 2020. Les torderades del riu únicament poden reduir el seu potencial d'inundació guanyant en amplada, una amplada que actualment ocupen una sèrie de càmpings a banda i banda

de la desembocadura. A més, les reduïdes dimensions de l'espai natural protegit fan inviable, dins els seus límits, una coexistència entre les activitats lúdiques, educatives, esportives o turístiques i la preservació dels valors naturals (Romera, 2018a).

Projecte de restauració proposat

El projecte de restauració parteix d'un plantejament inicial de base, recuperant una cota i orografia natural, per tal de recuperar les condicions geomorfològiques naturals i freàtiques necessàries perquè puguin suportar, resistir o tolerar les pertorbacions naturals derivades de les rierades o torderades i els temporals marítims (que es veuran incrementades en freqüència i intensitat a resultes del canvi climàtic) com a elements configuradors de l'espai i que ajuden a donar forma a la desembocadura.

El projecte vol dotar d'una major resiliència per fer front a les pertorbacions naturals abans esmentades, tals com la facilitació de la recàrrega dels aqüífers, l'increment de la biodiversitat, la regeneració de les platges i la reducció dels riscos sobre els humans derivades d'aquestes pertorbacions naturals.

Actuacions que es proposen realitzar

Buidatge de runes de l'espai i decapatge del sòl. La primera fase de restauració i una de les més importants, consisteix a realitzar un buidatge total de l'espai que actualment ocupen els càmpings. Aquesta actuació implica la retirada de totes les instal·lacions dels càmpings que se situen dins l'àmbit de projecte i de totes les espècies



Figura 6. Substrat original de la desembocadura (de color negre) sota el metre de runes i sauló a la desembocadura. Font: Javier Romera

vegetals que es van anar plantant a les parcel·les dels càmpings respectius.

Seguidament, es realitzarà un decapatge de sòl en aquestes parcel·les, ja que, per a la instal·lació dels càmpings s'hi va haver d'abocar material extern per tal d'impedir el sobreeiximent del freàtic (fig. 6). Així doncs, i tenint en compte que s'hi va abocar fins a un metre de sauló i runes en tot aquest àmbit dels càmpings, aquesta actuació consistiria en retirar, aproximadament, 300.000 tones de sauló i runes.

Aquesta actuació permetria rebaixar la cota del terreny (que actualment se situa entre els 2 i 3 m.s.n.m.) i situar-la als nivells que hi havia abans de la implantació dels càmpings (des d'1 a 2 m.s.n.m.). D'aquesta manera, aquest decapatge permetria recuperar, tot i que parcialment, les condicions edàfiques que existien als anys cinquanta, amb l'afiorament i reactivació del substrat original (de llim i argiles), afavorint, de forma espontània, una revegetació d'aquest espai.

Tractament del sòl retirat. Aquest volum de sòl retirat s'hauria de separar físicament mitjançant tamisos usats per separació granulomètrica per tal de separar el material de rebuig que hi pugui aparèixer. El material de rebuig es portarà a una planta de tractament de residus o a un abocador.

Aproximadament 40.000 m³ de sòl extret, segons granulometria i composició s'utilitzarà per recrear noves morfologies o per dur a terme diferents actuacions de forma preferent durant la fase d'orografia del projecte. La resta, aproximadament 160.000 m³ de sauló, per tal d'evitar els costos que suposa el seu transport, es disposarà sobre el delta submergit, per tal d'afavorir la redistribució de sediments a les platges i pal·liar els efectes del dragatge de sediments, que és el que sustenta la totalitat del delta (amb prèvia localització concreta d'aquest punt d'alimentació i autorització de la Direcció General de la Costa i el Mar).

Eliminació de motes i esculleres per afavorir la connectivitat transversal. Aquesta fase consisteix a eliminar aquells elements que impedeixen

la connectivitat transversal o la laminació de les crescudes, de manera que ofeguen i immobilitzen els sediments de la desembocadura i que li donen una orientació fixa perpendicular al mar que evita una correcta distribució dels sediments per les platges (Sardá *et al.*, 2013). En aquest sentit, aquests elements corresponen, en ambdues ribes del riu, les motes, dels anys quaranta i les esculleres que evitaven la inundació dels dos càmpings. De tal manera, es proposa retirar les esculleres situades a banda i banda de la desembocadura. Pel que fa a les motes del riu, les actuacions depenen de la seva localització:

A la riba esquerra, el riu té una dinàmica fluvial molt petita, per la qual cosa les actuacions consisteixen a rebaixar tota la mota que existeix a l'actualitat (de dos metres) fins a situar-la a un metre respecte a la llera del riu. El material extret de la mota presenta gran quantitat d'*Arundo donax*, i per això hauria de tractar-se per eliminar l'espècie.

A la riba dreta, la dinàmica fluvial és més gran (tant de la Tordera com del rec Viver), i a més la mota presenta un bosc de ribera dens. Per aquest motiu únicament es realitza un trencament de 80 metres de la mota a la zona nord de l'àmbit, per un punt on existeix una osca, per situar-la a 1 m respecte a la cota de la llera del riu per tal de connectar el riu amb la desembocadura durant les torderades.

Aquesta actuació permet recuperar la funció hidrològica de la desembocadura dotant de més dinamisme al riu Tordera, una correcta distribució dels sediments aportats pel riu a les costes i a les planes d'inundació i una reducció del risc d'inundació sobre la resta d'activitats econòmiques del delta

Ampliació de la llera del rec Viver. El tractament geomorfològic de la llera del rec Viver és clau per a poder absorbir les crescudes de la Tordera (amb més infiltració i laminació) ja que l'actual secció del rec (set metres amplada per un metre d'alçada) resulta insuficient per a la correcta absorció de les crescudes, provocant desbordaments que han fet que es canalitzi (el tram final) amb gabions. L'ampliació de la llera hauria de ser de, com a mínim, 25 metres, per tal que el rec Viver pugui absorbir una altra torderada com l'ocorreguda durant el Glòria de 2020. Aquesta actuació permetria, a banda de millorar el desguàs de l'aigua, recuperar ecològicament un curs fluvial que, a principis del segle xx, era una peça clau en relació amb les torderades i l'aprofitament agrícola del terreny. De tal manera, aquesta ampliació del rec no només s'hauria de dur a terme dins de l'àmbit del projecte, sinó que hauria de realitzar-se en tota la longitud d'aquest curs fluvial fins al rec de la Mina d'en Puig, per tal de millorar la connectivitat ecològica de la desembocadura fins a cursos fluvials tributaris, importants corredors biològics cap al Montnegre. A més, seria ideal connectar el rec del Viver amb el riu de la Tordera en aquest punt del Rec de la Mina d'en Puig, per tal d'alleujar la càr-

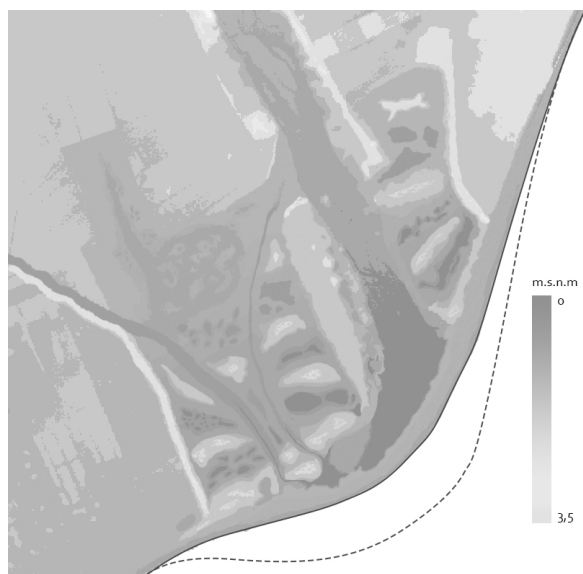


Figura 7. Nova topografia recreada al projecte de restauració. La línia discontinua representa l'espai que podria guanyar el delta al mar si es duu a terme aquest projecte. Font: Elaboració pròpia a partir de la modificació del Model digital del Terreny 2x2 de l'ICGC.

rega d'aigua de la Tordera durant les crescudes i reduir-ne els riscos.

Aquesta actuació seria totalment compatible tenint en compte que el planejament urbanís-

tic defineix en l'entorn del rec una franja de sòl qualificat com a *Sistema de Protecció de Ribera i Delta* (de 25 metres), que ha estat ocupat per l'agricultura, dotant el rec d'una secció insuficient per evacuar l'aigua. L'amplada proposada afectaria a superfície agrícola, però tenint en compte els beneficis que aportaria en termes de reducció del risc d'inundabilitat i de millora d'hàbitats, es considera una inversió encertada.

Re-disseny de l'orografia del terreny. Un cop realitzat el decapatge del sòl, el projecte planteja una situació inicial topogràfica (amb unes condicions inicials o de base), realitzant una sèrie de modificacions topogràfiques (fig. 7) amb el material original que existia, almenys als anys cinquanta i amb maquinària pesant, per poder generar l'orografia necessària perquè es desenvolupin una sèrie d'hàbitats i ecosistemes, però no es planteja aquesta orografia com l'estat final de la restauració, ja que l'orografia canviarà segons la dinàmica fluvial del rec Viver i de la Tordera.

A més, tot i que el disseny topogràfic es realitza a partir de la situació existent actualment, es vol tenir en compte una situació futura en la qual, l'aportació d'àrids fruit de la primera fase del projecte, i la reducció de l'explotació de l'aquífer, incrementi la superfície de la desembocadura, mar endins, tal i com existia a mitjans del segle xx.



Figura 8. Hipotètica vista aèria de la nova desembocadura un cop aplicat el projecte de restauració. Font: elaboració pròpia a partir de fotografia de Roger Rovira.



Figura 9. Diferents ecosistemes segons el grau d'inundabilitat del terreny i proximitat al litoral. Font: elaboració pròpia.

Així doncs, el projecte genera unes morfologies que responen, en forma i posició, a una sinergia entre els processos fluvials (del rec Viver i el riu de la Tordera) i marítics i/o litorals. La dinàmica fluvial, en un règim natural, genera, a la zona litoral, una sèrie de barres litorals elevades per l'acció marítima, a causa de les aportacions sedimentàries procedents del riu, i que es van afegint a la platja cada cop que hi ha una torderada. Entre aquestes barres hi existirien una sèrie de depressions, per l'excavació produïda pel riu durant les crecudes, generant una sèrie de basses o estanys, la temporalitat de les quals dependrà de la seva proximitat amb el nivell freàtic (fig. 8).

El projecte ha volgut representar aquestes morfologies, imitant aquesta zonificació, amb zones elevades alternades amb zones deprimides, que generen diferents condicions ambientals i exposades a les pertorbacions (fluvials i litorals); de manera que permeten el desenvolupament de diferents tipologies d'hàbitats (fig. 9). A més, la disposició d'aquests elements, en perpendicular i lleugerament obliqua respecte a l'eix del riu de la Tordera i paral·lela a la línia de mar és la posició natural a la qual es trobarien aquests elements seguint les dinàmiques naturals.

Tenint en compte la disposició general dels elements topogràfics plantejats, l'orografia del terreny s'ha volgut diversificar per tal de maximitzar la biodiversitat de l'àmbit i afavorir l'herpetofauna, tenint en compte que, per potenciar la biodiversitat de l'espai, generar petits i mitjans ambients re-

partits per l'espai és millor que generar extenses i homogènies morfologies, que únicament poden albergar un nombre limitat d'hàbitats.

Les morfologies proposades responen a les dinàmiques naturals del lloc, però també responen a la necessitat de potenciar els hàbitats que són propis d'aquest espai i que formen ecosistemes que diferencien la desembocadura de la Tordera d'altres deltes de Catalunya i Espanya. Aquests hàbitats i comunitats vegetals són aquelles que hi creixien a la zona al voltant dels anys quaranta, documentades pel botànic Pere Montserrat a la seva tesi (Montserrat, 1968) i que es descriuen endavant.

Partint d'això, el projecte ha volgut restaurar, per sobre de la resta, aquelles comunitats que formen part de la rere-platja i que han patit una forta regressió en tot el delta. Les característiques específiques d'aquest espai natural i la gran permeabilitat entre hàbitats i ecosistemes que coexisteixen obliguen a descriure aquestes comunitats com a unitats de paisatge o ecosistema. D'aquesta manera, podem distingir entre diferents ecosistemes a recuperar (Romera, 2018a), cadascun amb els hàbitats que es volen recuperar i potenciar (fig. 10):

Sorrals litorals. Els sorrals litorals són sorrals planers formats per l'acumulació de sorra durant els temporals marítics (fig. 11) i són un ecosistema únic i diferenciat de la resta de comunitats del litoral català, tenint en compte les particularitats edàfiques que requereix aquest ecosiste-

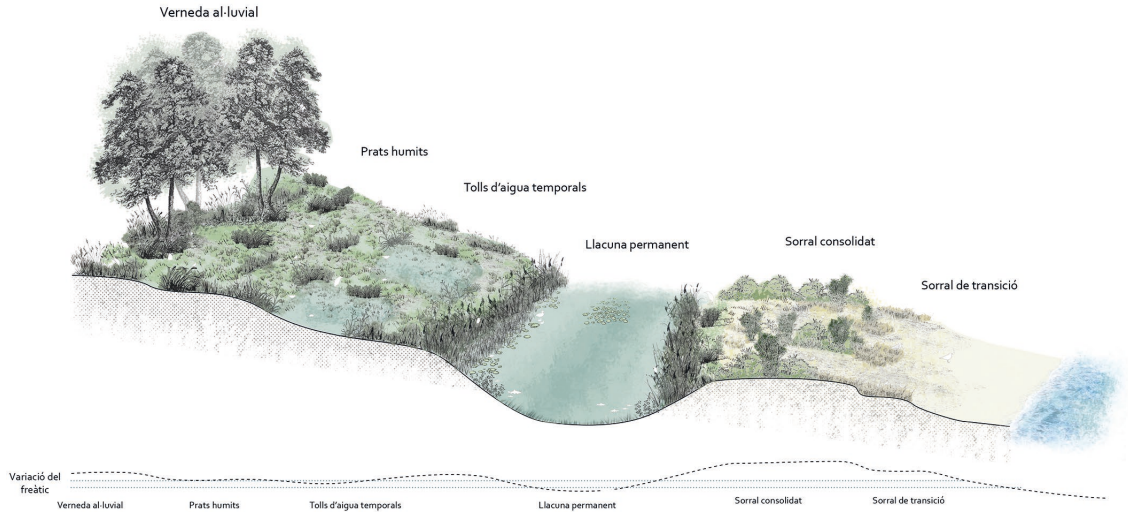


Figura 10. Representació dels ecosistemes potenciatos en el projecte de restauració. Font: elaboració pròpia.

ma (substrat sorrenc de granulometria gruixuda i humitat edàfica reduïda). Aquest ecosistema es vol potenciar a causa de la importància com a reservori de biodiversitat, com a esmorteïdor de l'efecte dels temporals marítims i com a hàbitat de transició entre la platja i la plana deltaica (Romera, 2018a, 2019b).

Per tal de recrear-lo, serà necessari aportar part del material sorrenc que es va extreure durant la primera fase del projecte i generar morfologies

elevades en el terreny per tal de reduir la humitat edàfica; de manera que s'intenta recrear l'acció que duen a terme els temporals marítims, amuntant sorra. En aquestes petites depressions de terreny.

Val a dir, que aquest tipus d'ecosistema ja s'està restaurant des del 2004 a les platges de la Pomereda a Malgrat de Mar, amb un èxit important quant a la riquesa i diversitat d'espècies (Gutiérrez i Gómez, 2020).

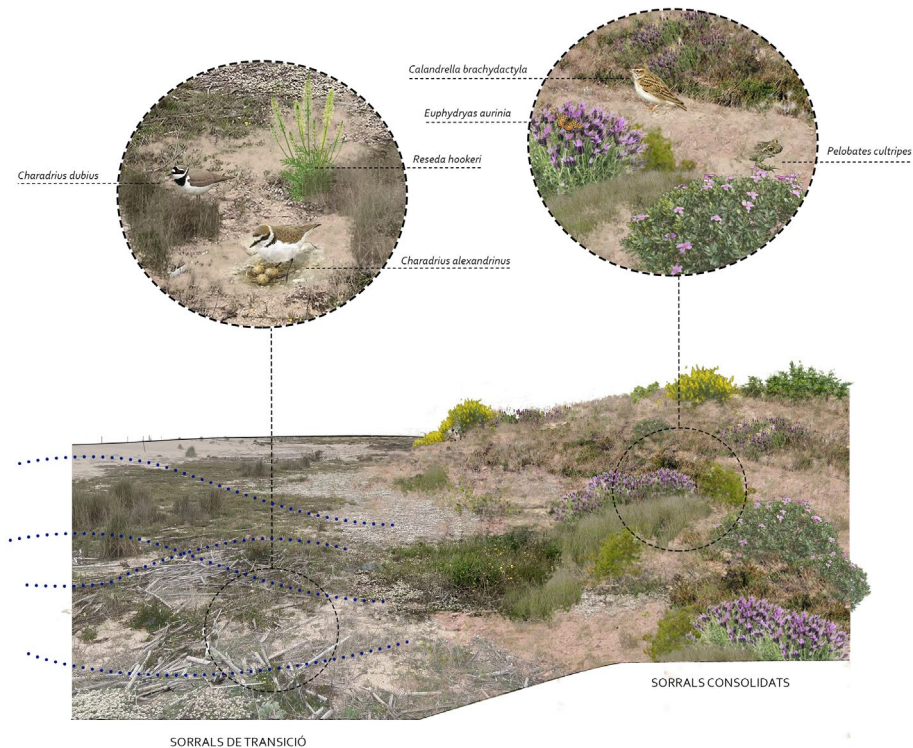


Figura 11. Representació gràfica dels sorrals litorals i la fauna (*Charadrius dubius*, *Charadrius alexandrinus*, *Pelobates cultripes*) i flora (*Reseda hookeri*, *Lavandula stoechas*...) en retrocés que alberga. Font: elaboració pròpia.

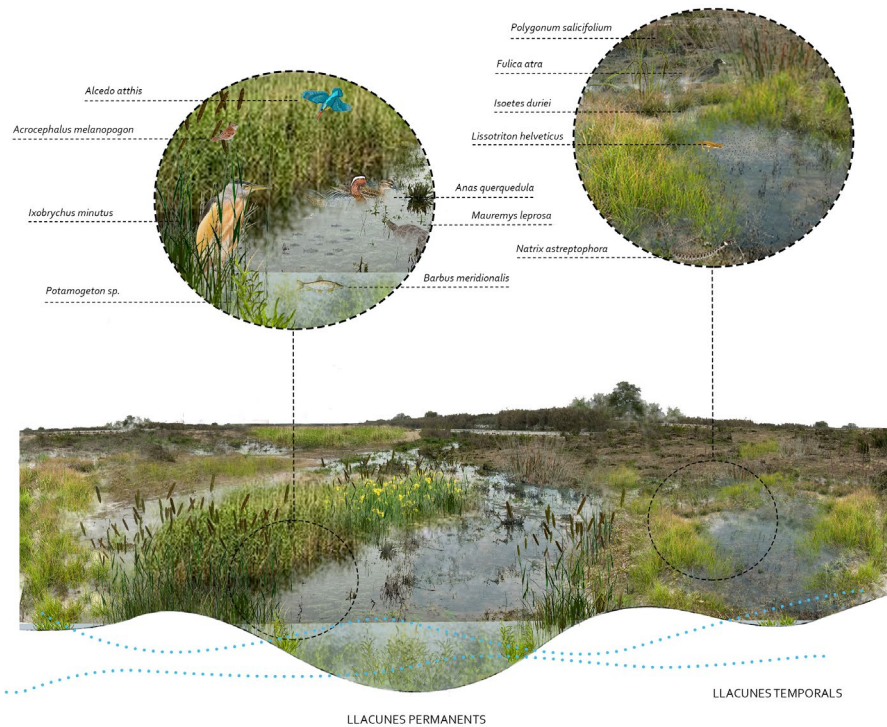


Figura 12. Representació gràfica de les zones humides que es volen potenciar al projecte i de la fauna (*Pelobates cultripes*, *Lissotriton helveticus*) i flora (*Isoetes duriei*, *Potamogeton pectinatus*, *Polygonium amphibium*) en retrocés que poden albergar. Font: elaboració pròpia.

Zones humides. En aquest projecte es volen potenciar les zones humides de petita dimensió i sobretot aquelles que tenen un caràcter temporal (pel fet que són hàbitat d'interès comunitari, poc susceptible d'albergar espècies invasores i tenen una elevada diversitat vegetal i animal) (fig. 12), algunes de les quals han estat potenciades recentment al delta de la Tordera (NatMonT, 2021).

Tenint en compte les particularitats edàfiques i hidrològiques que requereix aquest tipus d'ecosistema, per tal de recrear-lo serà necessari generar una sèrie de depressions al terreny de diferent magnitud (de 0 a 2 m s. n. m.), que es puguin inundar segons les fluctuacions de l'aquífer i segons l'escorrentia superficial de les precipitacions procedents del rec Viver i de la Tordera.

Prats humits. Aquest ecosistema serà un dels més fàcilment recuperables gràcies a la recuperació de sòls obtinguts del decapatge de la primera fase del projecte. Aquest material edàfic presenta un percentatge ric en contingut d'argiles; de manera que s'afavorirà la humitat edàfica del sòl i gràcies a l'elevada dispersió que tenen les comunitats vegetals que alberga aquest tipus d'ecosistema (fig. 13). Justament, aquests prats estaran ubicats a la zona interior de l'àmbit deltaic, entre mig de tolls d'aigua dolça (a partir dels 0,5 m s. n. m.) fins on la humitat edàfica és limitada.

Vernedes al·luvials. Ecosistema desaparegut a la desembocadura i molt restringit al delta (Romera 2018b), el qual es vol recuperar mitjançant modificacions topogràfiques en aquelles zones on, als anys cinquanta, ja hi havia vernedes en zones inundables gran part de l'any; concretament en una zona ubicada entre el Rec Viver i el riu la Tordera (Montserrat, 1955).

Afavoriment de la vegetació

A partir de la restauració geomorfològica, la vegetació, per si sola, anirà colonitzant aquest espai a través de propàguls i del banc de llavors. Així i tot, a alguns hàbitats els costarà més recuperar-se que altres tenint en compte l'absència de propàguls propers, atès que; l'hàbitat pràcticament ha desaparegut de la zona. No obstant això, seria convenient realitzar una sembra prèvia, tot i que fos poc densa, de llavors d'espècies de ràpid creixement (especialment ciperàcies) d'espècies autòctones de la zona, tals com *Carex remota*, *Carex vulpina* o *Carex pseudocyperus*; o bé recuperar aquests espais amb exemplars procedents d'una localització propera a partir d'exemplars donants de genotip local mitjançant la recol·lecció de llavors.

A partir d'aquesta sembra inicial, el projecte planteja generar una sèrie de reductes o punts calents fruit de la plantació d'aquestes espècies, des d'on la vegetació pugui dispersar les llavors.

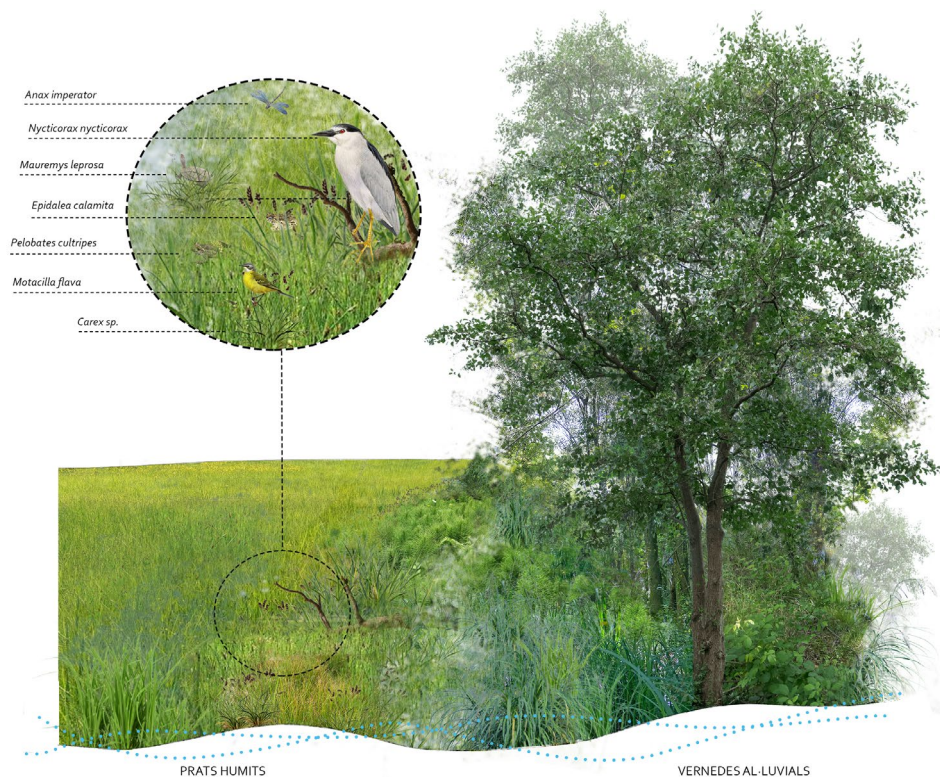


Figura 13. Representació gràfica de les vernedes al·luvials i prats humits i de la fauna (*Motacilla flava*, *Mauremys leprosa*, *Nycticorax nycticorax*) i flora (*Alnus glutinosa*, *Carex remota*, *Carex vulpina*) que poden albergar. Font: elaboració pròpia.

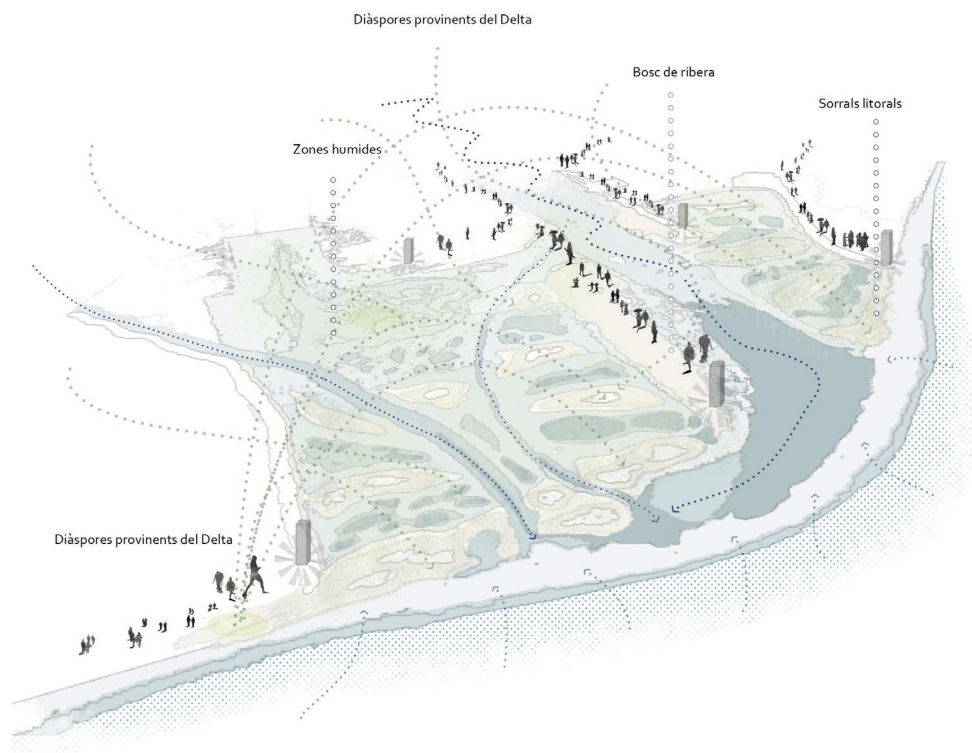


Figura 14. Representació dels camins, miradors i diferents hàbitats potenciat. Font: elaboració pròpia a partir de la modificació del Model Digital del Terreny 2x2 de l'ICGC.

Aquestes plantacions es realitzaran mitjançant agrupacions o agregacions, per tal d'afavorir la resistència de la vegetació davant perturbacions i estrès ambiental i millorar la supervivència de les plàntules. Prioritàriament, es reforçarà amb exemplars cultivats en vivers que provinquin d'individus que es troben a la zona deltaica, amb genotip local, per evitar la contaminació genètica.

Val a dir que les comunitats vegetals no es restauraran artificialment, sempre i quan no existeixi alguna comunitat propera que faciliti l'arribada de propàguls. De tal manera que, únicament serà necessari plantejar una plantació dels sorral·s litorals, espais ja desapareguts al delta, i en aquells espais on es vulguin recuperar vernedes al·luvials, a causa de la dificultat de recolonització dins d'aquest àmbit.

Regulació d'usos

A causa de la fragilitat dels hàbitats que es volen intentar recuperar en aquest indret i que la zona esdevindria un espai potencial per a la reproducció, refugi i alimentació de multitud d'espècies, l'accés lliure de persones i de les seves mascotes és incompatible amb la recuperació ecològica de l'espai i les seves funcions ecològiques, i els valors naturals que sustenten. Per a impedir que dins de l'àmbit existeixi una perturbació antròpica que impedeixi aquesta recuperació ecològica, el projecte restringeix l'accés dins l'àmbit a través d'un únic camí, existent en l'actualitat per la riba dreta del riu, fins a Malgrat de Mar que porta a un mirador (fig. 14).

Per evitar la inundabilitat fora de l'àmbit, es crearà una mota en la zona est i oest, de 3 metres d'alçada per impedir la inundació (en cas de grans torderades) dels càmpings que s'ubiquen a

la banda esquerra i dreta de la riba. Aquesta mota serà vallada (amb la mateixa tanca utilitzada en el camí) fins a la línia de mar per tal d'impedir l'accés a aquest espai protegit; i a la vegada serà vegetada per a que actui com apantallament.

Per tal de donar a conèixer aquest nou espai natural, el projecte incorpora cinc punts d'observació elevats. Només un mirador se situaria on es troba actualment el mirador de Malgrat de Mar, a sobre de la mota de la riba dreta del riu, i la resta de miradors es disposen perimetralment en l'àmbit, per tal de no accedir-hi. Al mateix temps, es volen disposar de diferents cartells divulgatius per tal d'informar sobre el motiu, el procés i les implicacions ecològiques que comporta aquest projecte de restauració, i donar a conèixer els valors naturals de l'espai, justificar la necessitat de regular l'accés i informar sobre els usos permesos i les restriccions, de forma que sigui entenedor per a tots els públics.

Actuacions complementàries de nivell territorial

Per tal de no deslligar-se de l'àmbit territorial i per tal de millorar les condicions hidrogeomorfològiques i ecològiques del delta de la Tordera, són necessàries, a la vegada, una sèrie d'actuacions, que, tot i que no formen part del projecte de restauració específic, sí que són interessants portar-les a terme per tal de mantenir, a llarg termini, les condicions ecosistèmiques del delta. En aquest sentit, un cop finalitzat el projecte, es poden realitzar una sèrie d'actuacions que millorin els serveis ecosistèmics que proporciona el delta (fig. 15):

– Regulació de l'explotació dels aqüífers per garantir els cabals ecològics del riu i per afavo-

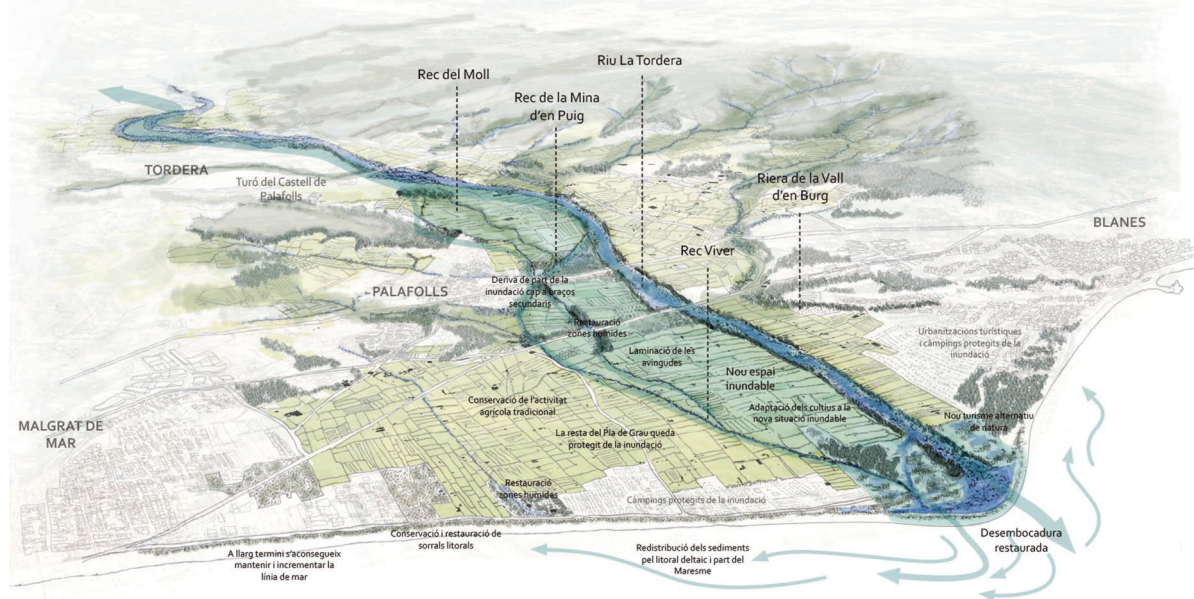


Figura 15. Vista aèria del delta de la Tordera amb actuacions a llarg termini i implicacions ecosistèmiques. Font: elaboració pròpia a partir d'ortofotografia aèria (Google Earth) i mapa topogràfic de l'ICGC.

rir les torderades que acaben donant forma a la morfologia de la desembocadura (Sagristà, 2020; Pavón i Panareda, 2020).

– Recuperació d'antics braços secundaris del riu de la Tordera per afavorir el desguàs de l'aigua i reduir els riscos materials i personals que poden provocar les torderades (recuperar la connexió del riu amb el Rec de la Mina d'en Puig que connecta amb el rec Viver fins a desembocar al mar).

– Eixamplament de la llera del riu (com única mesura a mitjà i llarg termini per fer front a les torderades) i/o retranqueig de les motes de la riba dreta (fins al rec Viver) per afavorir la laminació de l'aigua en cas de fortes avingudes. Aquesta actuació redueix significativament l'extensió inundable i es limita a una petita part del delta entre el riu i el rec Viver (NatMonT, 2022; Sagristà, 2020).

– Millora ecològica i hidrogeomorfològica del riu Viver, fora de l'àmbit de projecte, dotant a aquest canal d'aigua d'una amplada considerable (uns 25 metres) i eliminar la canya americana (*Arundo donax*) perquè pugui absorbir i drenar correctament les crescudes del riu, fora de la llera, i pugui actuar com un corredor ecològic important al delta (NatMonT, 2022).

– Manteniment de l'activitat agrícola de la zona, ja que proporciona hàbitat per multitud d'espècies, tot millorant les pràctiques agrícoles; afavorir els marges vegetats, afavorir la rotació dels cultius (guaret), controlar una excessiva implantació d'hivernacles i reduir la utilització de pesticides i fertilitzants.

– Millora i recuperació d'aquells sorrals que alberguen comunitats vegetals psammòfiles a les platges del delta a fi i efecte de millorar la connectivitat ecològica en tot l'àmbit litoral (Romera, 2018a).

Conclusions

En un context actual de canvi climàtic, on els fenòmens climàtics extrems poden veure's incrementats i en un espai ocupat pels càmpings, que provoquen que el riu no pugui evacuar les aigües correctament, fent que el delta es vegi sotmès a un elevat risc de desaparèixer, creiem que és necessari realitzar un projecte de restauració que no només redueixi els riscos, sinó també que eviti la contínua pèrdua de biodiversitat que s'ha estat donant al Delta des de mitjans del segle xx.

En aquest sentit, el temporal del Glòria va constituir una oportunitat que actualment no està sent aprofitada, ja que ens va recordar quin és el veritable espai que necessita el riu pel seu correcte funcionament. Aquest fenomen va permetre recuperar, tot i que parcialment, la morfodinàmica natural de la desembocadura, que es trobava en retrocés des dels anys vuitanta, i va convertir aquest espai en un espai de referència per a l'avi-fauna a Catalunya.

Tot i que l'assentament de càmpings pot ser una activitat compatible al Delta de la Tordera,

(sempre i quan no sigui una activitat massa extensa i dispersa) l'existència de càmpings prop de la desembocadura resulta ser del tot incompatible per la dinàmica fluvial i marítima. De tal manera que, l'expropiació dels càmpings situats a la desembocadura i el restabliment natural de la zona, constitueix una inversió amortitzada a mig o llarg termini ja que garanteix la viabilitat i continuïtat de la resta de càmpings al delta de la Tordera, guanyant alhora en atractiu, per les següents raons:

– La reducció significativa del risc de patir danys materials i personals per inundacions a gran part del delta.

– La recuperació de la funcionalitat i morfodinàmica natural de la desembocadura permet recuperar una correcta redistribució dels sediments fluvials, aportats pel riu, que mantindran i incrementaran a llarg termini el sistema litoral del delta, un dels atractius turístics del territori.

– La recuperació ecològica de la desembocadura permet dotar els càmpings d'una alternativa turística a la del sol i la platja enfocada al coneixement dels valors naturals del territori.

El present projecte de restauració s'ha realitzat amb la voluntat d'encoratjar a les administracions públiques a realitzar actuacions que vagin encaminades en aquesta línia, evitant actuacions de contingència a curt termini (com la creació de més esculleres i motes), que no només no resolten els problemes territorials i de seguretat, sinó que els agreugen. Per aquesta raó, és necessari que les administracions i els agents socials del territori implicats vagin junts per buscar solucions consensuades basades en el coneixement científic.

En aquest sentit, tota actuació que es plantegi a la zona deltaica hauria d'anar en la direcció de corregir la situació actual morfohidràulica del delta de la Tordera, de tal manera que millorin les condicions ecosistèmiques del delta, i a la vegada que es reduïssin els costos per danys en cas de grans crescudes; i finalment es pogués arribar a establir una compatibilitat d'usos entre la natura i les diferents activitats econòmiques presents al delta.

Bibliografia

- Boada, M., Mayo, S., Maneja, R. 2008. *Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Institut Català d'Història Natural, Barcelona.
- Buxalleu, C., Romera, J. 2021. *Directrius NatMonT per a la renaturalització de la desembocadura de la Tordera*. Document inèdit. Naturalistes del Montnegre i la Tordera, Santa Susanna, 24 pp.
- Grup de Treball del Manifest de la Tordera. 2020. *La Tordera després del Glòria, i ara què?*
- Gutiérrez i Perearnau, C. 1999. *La Tordera (1086-1996): perspectiva geogràfica-històrica d'un riu*. Ajuntament de Sant Celoni, Sant Celoni.
- Gutiérrez i Perearnau, C., Gómez i Espàrech, L. 2020. *Treballs de renaturalització de la platja de la Pomareda (Malgrat de Mar)*. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 84: 197-202.
- Martín Vide, J.P., Batalla, R.J., Roca Collell, M., Rovira, A., Andreatta, A. 2015. *Incisión, erosión transitoria y for-*

- mas de fondo en los tramos medio y bajo del río Tordera. *Ingeniería del Agua*, 12(1): 53-62. <https://doi.org/10.4995/ia.2005.2551>
- Montserrat, P. 1968. *Flora de la cordillera litoral catalana (porción comprendida entre los ríos Besós y Tordera)*. Caja de Ahorros de Mataró, Mataró. Reeditat el 1989 per la Caixa d'Estalvis Laietana, Mataró.
- NatMonT (Naturalistes del Montnegre i la Tordera). 2021. Projecte de creació d'una bassa temporal a la desembocadura de la Tordera (Malgrat de Mar).
- NatMonT (Naturalistes del Montnegre i la Tordera). 2022. Valoració del Grup de treball del Manifest de la Tordera (NatMonT) del Pla de Gestió de Motes al delta de la Tordera de l'ACA.
- Panareda, J.M. 2020. El delta de la Tordera: tensions, reptes i expectatives d'un paisatge rural complex a la perifèria metropolitana de Barcelona. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* (UG). 66(2): 371-392. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.620>
- Pavón, D., Panareda, J.M. 2020. La tempesta Glòria i els seus efectes a la conca de la Tordera: entre la contingència i la necessitat de plantejar accions estructurals. *Societat Catalana de Geografia*, 89: 137-162.
- Payet Marcet, C. 2010. *Formes de fons i rugositat a la llera del riu Tordera*. Tesina, Universitat Politècnica de Catalunya. <http://hdl.handle.net/2099.1/12548>
- Ramonedà, J. 2020. Temporal Gloria (gener 2020), delimitació de les zones inundables per diferents períodes de retorn (T10, T 100 i T500): La Tordera. https://agora-geografia.espais.iec.cat/files/2020/02/2020-01-21_Temporal-GLORIA.pdf
- Romera, J. 2018a. *La biodiversitat del Delta de la Tordera, avui*. Taula de la Tordera.
- Romera, J. 2018b. *Les vernedes litorals del delta de la Tordera*. La Natura a la Baixa Tordera (pàgina web). Consultat el 13/02/2021. <http://natura-tordera.blogspot.com/2018/01/les-vernedes-litorals-del-delta-de-la.html>
- Romera, J. 2019a. *Desmuntant mites sobre la Tordera: La Tordera és un riu degradat?* La Natura a la Baixa Tordera (pàgina web). Consultat el 21/02/2021. <http://natura-tordera.blogspot.com/2019/01/desmuntant-mites-sobre-la-tordera-5-la.html>
- Romera, J. 2019b. *Al delta de la Tordera mai hi ha hagut dunes*. La Natura a la Baixa Tordera (pàgina web). Consultat el 26/02/2021. <http://natura-tordera.blogspot.com/2018/01/al-delta-de-la-tordera-mai-han-hagut.html>
- Sagristà Soler, E. 2020. *Aplicación de herramientas de gestión por ecosistema para su uso en la gestión integrada de zonas costeras (GIZC): el caso del delta de la Tordera y la playa de S'Abanell (Blanes)*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- Sardá, R., Conde, R., Casadesús, M., Sánchez, A., Lozoya, J.P., Pintó, J., Jimenez, J.A. 2013. Erosión en las playas y gestión desintegrada: la problemática actual de la playa de S'Abanell. A: R. Sardá, J. Pintó, J.F. Valls (eds.), *Hacia un nuevo modelo integral de gestión de playas*. Documenta Universitaria, Girona, pp. 51-71.
- Serra i Cervantes, I., Pintó i Fusalba, J. 2005. La transformació del paisatge del delta de la Tordera en els darrers cent cinquanta anys. Una anàlisi per mitjà dels canvis en els usos i les cobertes del sòl. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* (UG), 46: 81-102.