

2021-2022

---

# EFFECTES DEL TEMPORAL GLÒRIA A LA MORFOLOGIA DEL DELTA DE LA TORDERA

---

Departament de Ciències Naturals

# RESUMEN

El delta de la Tordera se caracteriza por ser un espacio único en Catalunya dónde confluyen una gran cantidad de actividades humanas con el funcionamiento de un ecosistema tan frágil como necesario. En el pasado, la ausencia de la integración de las demandas sociales, culturales y económicas con la mecánica del ecosistema deltaico nos condujo hasta un punto de extrema vulnerabilidad afectando considerablemente su funcionamiento.

En este trabajo, se analizará la evolución geomorfológica del delta de la Tordera en el período 2009 - 2021. Comprobaremos la erosión producida durante esta temporada teniendo en cuenta los conceptos anteriores juntamente con la metodología utilizada y explicada detalladamente a continuación. Pero, sobre todo, nos centraremos en describir el impacto del Gloria y cuál fue la tendencia que sigue la costa años después de este suceso.

# ABSTRACT

The delta of Tordera's river is characterized by being a unique space in Catalonia where a large number of human activities converge with the functioning of an ecosystem as fragile as it is necessary. In the past, the absence of integration of social, cultural and economic demands with the mechanics of the deltaic ecosystem led us to a point of extreme vulnerability, considerably affecting its functioning.

In this work, the geomorphological evolution of the Tordera delta in the period 2009 - 2021 will be analyzed. We will verify the erosion produced during this season taking into account the previous concepts together with the methodology used and explained in detail below. But, above all, we will focus on describing the impact of the Gloria and what was the trend that the coast follows years after this event.

# INDEX

<b>1. PRÒLEG</b> .....	3
<b>2. INTRODUCCIÓ</b> .....	5
2.1 CONTEXT HISTÒRIC.....	5
2.2 LA UNITAT LITORAL-PLATJA.....	7
2.3 LES FUNCIONS COSTANERES.....	8
2.4 HIPÒTESI INICIAL.....	10
2.4.1 Objectius.....	11
<b>3. GESTIÓ COSTANERA</b> .....	12
3.1 ACTUALITAT.....	12
3.2 POSICIÓ DE LA UE.....	13
3.3 LA GESTIÓ A ESPANYA.....	14
<b>4. MARC D'ANÀLISI</b> .....	16
4.1 ÀREA D'ESTUDI.....	16
4.1.1. La costa catalana.....	16
4.1.2. El delta de la Tordera.....	18
4.2 ALTERACIONS A LA DINÀMICA LITORAL.....	21
4.3 DADES PLUVIOMÈTRIQÜES.....	28
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	29
5.1 MESURAMENT D'IMATGES.....	31
5.2 CREACIÓ DE GRÀFICS.....	35
<b>6. RESULTATS</b> .....	37
6.1 MARC CONCEPTUAL: UNA COSTA MANCADA DE SEDIMENTS.....	37
6.2 EVOLUCIÓ DEL DELTA 2009-2018.....	38
6.3 EL TEMPORAL GLÒRIA.....	40
6.3.1 Descripció de l'estudi meteorològic.....	40
6.3.2 Comportament hidrològic del riu.....	44
6.3.3 Impactes morfosedimentaris.....	45
6.3.3.1 <i>Morfodinàmica litoral</i> .....	45
6.3.3.2 <i>Evolució i acreció de l'amplada del delta</i> .....	46
6.3.3.3 <i>La memòria dels rius</i> .....	50
6.3.4 Conseqüències ambientals i socioeconòmiques.....	51
6.3.4.1 <i>Incidència sobre la vegetació i restes vegetals</i> .....	51
6.3.4.2 <i>Conseqüències socioterritorials</i> .....	52

6.3.4.3 <i>Impacte a zones agràries</i> .....	54
6.3.4.4 <i>Fauna a la Tordera</i> .....	55
<b>7. DISCUSSIÓ</b> .....	<b>57</b>
<b>8. CONCLUSIÓ</b> .....	<b>65</b>
<b>9. AGRAÏMENTS</b> .....	<b>67</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>68</b>
<b>11. ANNEXE</b> .....	<b>76</b>

# 1. PRÒLEG

Vaig escollir fer el treball sobre aquest tema en particular per què personalment no coneixia massa el cas del delta de la Tordera. Si parlem sobre l'erosió del terreny, no ha sigut un tema molt popular com el cas de la platja S'Abanell però, a causa del seu desmesurat creixement gràcies al pas de certa tempesta bastant important, la delta ha anat agafant importància, suficient fins i tot per voler ser declarada reserva natural per part dels pobles veïns (Malgrat de Mar i Blanes).

Mai havia treballat en col·laboració amb un centre d'estudis especialitzat com és el Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB). Em feia il·lusió poder arribar a visitar les instal·lacions i que els científics mateixos em poguessin guiar i ajudar en el meu treball. El meu tutor al CEAB, em va assistir a l'hora de fer la part pràctica del treball del delta pas a pas, atorgant-me la informació necessària per a les seccions i ajudant-me a fer servir els programes de mesurament i disseny de gràfics, a més a més d'atorgar-me suficient informació fiable per escriure les següents seccions. El primer que vaig fer, la primera vegada que vaig anar al CEAB i em va explicar sobre el treball, va ser informar-me sobre el tema que estava tractant. Tenia a disposició un piló de treballs de recerca anteriors similars sobre el delta de la Tordera, la platja S'Abanell o erosions en costes que vaig utilitzar com a punts de referències per informar-me i fer el meu guió. Vaig comprendre a partir de llavors, que tot allò donaria lloc a un treball més extens del que tenia pensat en un principi. El següent pas era fer la part pràctica del treball: la mesura de les fotografies setmanals a través dels anys. Per això, vaig aprendre a fer servir el software ImageJ per comparar les fotografies de la delta i comprovar els estats d'erosió. Amb unes pautes i les fotos que em van atorgar a inicis d'estiu vaig analitzar al voltant de 200 fotos una per una, datades des de l'any 2015 fins a 2021. A continuació, amb la informació recavada de les fotos, vaig escriure la metodologia a partir del procés que havia emprat. Als resultats, vaig usar SigmaPlot per crear els gràfics, el producte de totes les mesures preses setmanes posteriors. Amb ajuda del meu tutor vam parlar sobre com evoluciona actualment la delta, quina és la seva situació, com s'hauria de solucionar. Conversa que vam gravar i vaig crear la discussió a partir de llavors. I, per últim, gràcies a tot el treball estudiat, vaig aconseguir recavar la suficient informació i comprendre prou sobre el tema per acabar aquest TdR amb la conclusió adjacent.

Finalment, m'agradaria dir que la meua opinió final d'aquest treball ha estat molt positiva. Al principi desconeixia quina era la situació del delta, no gaudia de massa informació, ja que

ignorava el tema en general però, després de fer aquest TdR, he après molt sobre l'enrevessada situació del delta, la importància que tenen les costes en el dia a dia (en les seves funcions de protecció, natural i recreativa) i com hem de tenir molt de compte i estar pendent davant les infraestructures que construïm o el continu creixement urbà que no facin malbé el curs del riu, el transport de sediments o el seu cabal pel bé de l'ecosistema.

## 2. INTRODUCCIÓ

### *2.1 CONTEXT HISTÒRIC*

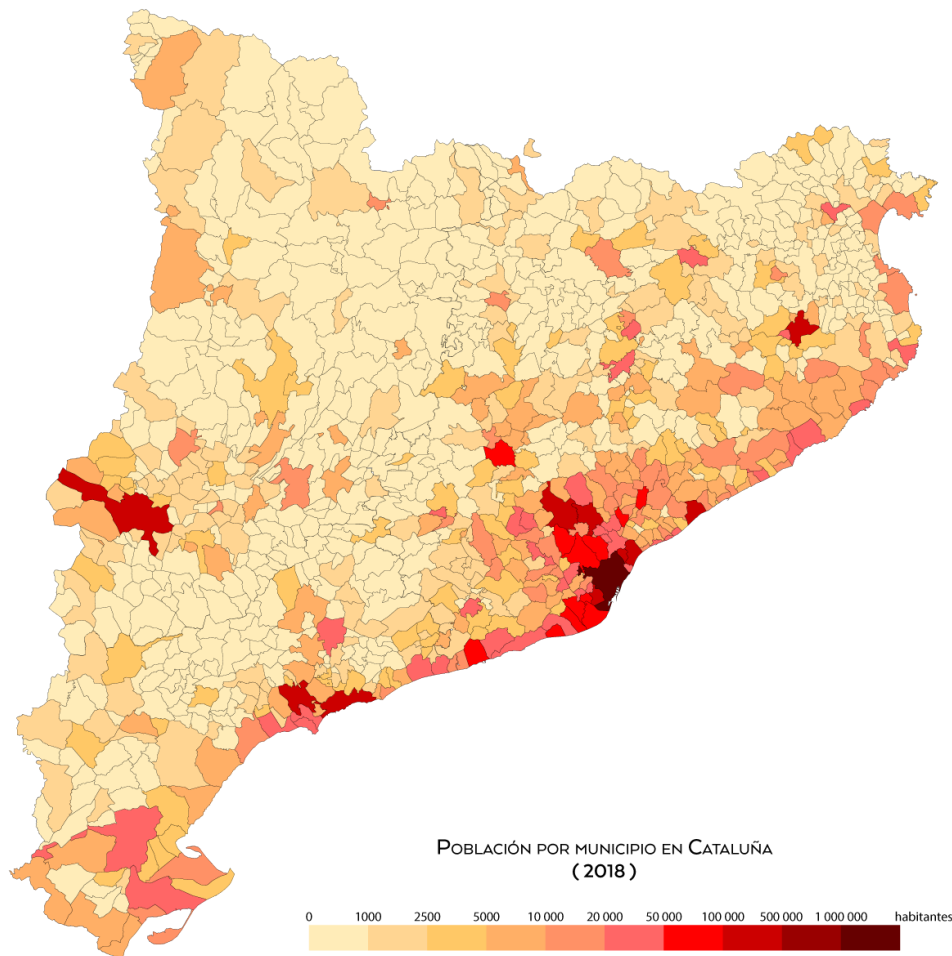
Des de la prehistòria, els humans hem buscat **llocs estratègics** que facilitin la nostra vida. En aquest sentit, la protecció que ens dona una muntanya, l'aigua propera a un riu, les planes de sòl fèrtil que ens proporcionen aliment o la proximitat al mar, entre d'altres, foren les grans premisses utilitzades pels primers pobladors. Per aquest motiu, trobem emplaçaments humans a zones costaneres des de fa temps immemorables, fet que posa de manifest la gran importància que han tingut sempre aquestes zones.

Amb el pas dels segles, la humanitat ràpidament va començar a ocupar/colonitzar tot allò que els envoltava. Malgrat això, l'ambició humana anava més enllà i, amb el desenvolupament de la tecnologia naval, es va començar a explorar el món de manera que, normalment, el punt de destí era una zona costanera. El que va començar sent emplaçaments militars, s'acabarien convertint en les grans metròpolis del món antic que, avui dia, segueixen sent-ho. N'és exemple Tàrraco (**Tarragona**) o Barcino (**Barcelona**).

Des del primer moment, les platges van ser emprades com a gran motor econòmic d'aquestes ciutats. Així doncs, **les platges es van utilitzar com a ports comercials i militars**, on més enllà de l'activitat pesquera o el comerç amb altres poblats, també oferien una gran facilitat en el moment d'enviar reforços o desplaçar tropes.

Llavors, aquestes zones, van començar a desenvolupar una economia molt potent que va provocar l'ocupació massiva del litoral i es van dur a terme les primeres construccions i modificacions costaneres del litoral com, per exemple, molls o murs de protecció. A més a més, la concentració de població demanava cada vegada més recursos en forma d'aliments. En conseqüència, es van començar a **colonitzar** les planes de rius i deltes per una agricultura cada vegada més intensiva amb el desenvolupament de noves tecnologies.

**L'arribada de la industrialització** suposà un abans i un després en tot el món, també a les zones costaneres. El continu progrés de les tecnologies i la indústria van posar en marxa un moviment d'explotació de recursos de forma massiva. Es van començar a treure grans quantitats d'aigua dels rius i els seus aqüífers, però el pitjor va ser que tot es feia sense cap mena de percepció d'impacte ambiental. Els residus contaminants es llençaven als rius i al mar i les platges eren com un abocador municipal.



*Figura 1: Mapa de la densitat de població de Catalunya en 2018 (Cataluña, 2021)*

Tot això es va estendre fins a mitjans del segle XX on es començà a exercir la pressió definitiva que posaria **en jaque les zones costaneres** i, en especial, les zones deltaïques. El *boom* turístic que va venir de la mà amb l'urbanístic va canviar per sempre aquests llocs (*Fig. 1*). Les noves tecnologies permetien extreure aigua en grans quantitats dels aqüífers, tant per proveïment domèstic com per l'agricultura i indústria. Amb això, els rius van començar a reduir el seu cabal i transportar menys sediments cap al mar. A més a més que el *boom* turístic provocà la utilització de les zones costaneres com una **funció recreativa**, prioritzant aquesta per sobre de les altres funcions naturals.

A finals de segle XX i, sobretot, amb l'arribada del nou mil·lenni, es van començar a entreveure els efectes nocius de l'ocupació i la **"no gestió" de les platges**. Les costes entraren en un procés d'erosió generalitzat que causaria grans pèrdues econòmiques en moments de tempesta, arribant a destruir edificis del front marítim. És aquest moment, es comença a prendre consciència de l'impacte ambiental o "empremta humana" al medi



ambient. L'aparició de polítiques respectuoses amb el medi ambient tenia per objectiu acabar amb els problemes que estava sofrint el planeta a conseqüència de les dolentes pràctiques humanes. Però, el mal que s'havia donat era tal que no bastaria s'hauria d'anar encara més enllà. En aquest sentit, van aparèixer les pràctiques regeneradores de l'estat natural, per restablir els valors naturals d'unes zones altament antropitzades.

Després d'anys portant a terme aquestes pràctiques, es veu que segueix havent-hi un **conflicte de competències administratives** que impedeix la recuperació efectiva d'aquests espais i les zones costaneres segueixen en estat crític. Si bé, en alguns casos, s'ha aconseguit estabilitzar el problema amb regeneracions artificials o esculleres de protecció, malgrat tot, no deixen d'haver-hi tiretes en comptes de solucions definitives que, a més, tenen un elevat cost econòmic i, fins i tot, ambiental.

## 2.2 LA UNITAT LITORAL-PLATJA

Tradicionalment (i erròniament), es considera la platja com aquell tram de costa format per sorra i altres tipus de sediments, delimitat en un costat pel mar i per l'altre de vegetació i/o edificis o passeigs marítims. Malgrat això, des del punt de vista de la morfodinàmica, la platja és el sistema que comprèn **la zona d'interacció entre el medi marí i el terrestre**, influenciat per l'onatge i format per una part emergida i l'altre submergida, sent la seva extensió diferent en funció de les característiques geogràfiques de cada tram costaner (Fig. 2). A més a més, els processos lligats a la dinàmica litoral modifiquen constantment la seva forma i fan que sigui molt variable a curt termini.

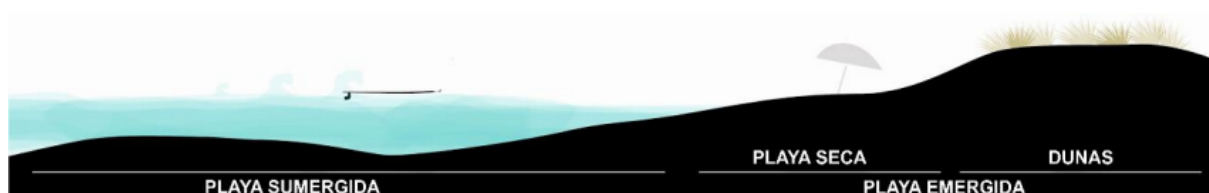


Figura 2: Esquema d'una platja (Sagistrà, 2018).

Però, malgrat que estiguin fora de la “Unitat Platja”, hi ha molts altres processos o sistemes que tenen incidència a les platges. Perquè una platja sigui estable i pugui complir

les seves funcions, hem de tenir en compte tot allò que succeeix als altres sistemes que intervenen a la seva morfodinàmica tindrà un efecte directe o indirecte en aquesta (Fig. 3). En cap cas podem menysprear la funció que fan aquests rius i rieres, que **són la principal font de sediments de les platges**, així com la incidència de l'onatge que s'encarrega de repartir-los. Per aquest motiu, hem de tenir una visió global que integri tots els sistemes implicats en la gestió d'una zona costanera.



Figura 3: Relació gràfica entre rius i platges (Sagistrà, 2018)

### 2.3 LES FUNCIONS COSTANERES

El delta de la Tordera és un lloc popular entre Blanes i Malgrat de Mar. Aquesta zona forma part de la platja S'Abanell i, igual que aquesta, fa tres funcions fonamentals: **la funció natural**, pren el paper d'hàbitat de múltiples espècies de gran importància per a la biodiversitat de la zona; **la funció de protecció**, evita danys a la façana litoral quan hi ha temporal i **una funció recreativa** o de lleure pels humans que gaudeixen de les platges.

Desgraciadament, les modificacions que hem realitzat els humans a la costa i als sistemes fluvials **han posat en risc la funcionalitat de les platges**. S'ha modificat l'onatge amb la construcció d'espigons o esculleres per canviar la seva incidència a la costa i, sobretot, s'ha interromput el transport longitudinal a escala regional amb la proliferació de ports al llarg de tota la costa; s'ha reduït considerablement els aports fluvials mitjançant canalitzacions, extraccions d'àrids de les lleres fluvials, explotació d'aigües subterrànies i construcció d'embassaments; i s'ha anat protegint la costa amb esculleres per evitar l'erosió. A més a més dels factors que les formen, les platges també s'han vist degradades degut l'ocupació

humana, arribant a construir passejos marítims i/o cases a sobre de la mateixa platja. Tot això ha portat al fet que la majoria de les platges catalanes ja no siguin capaços de complir les seves funcions (Fig. 4).

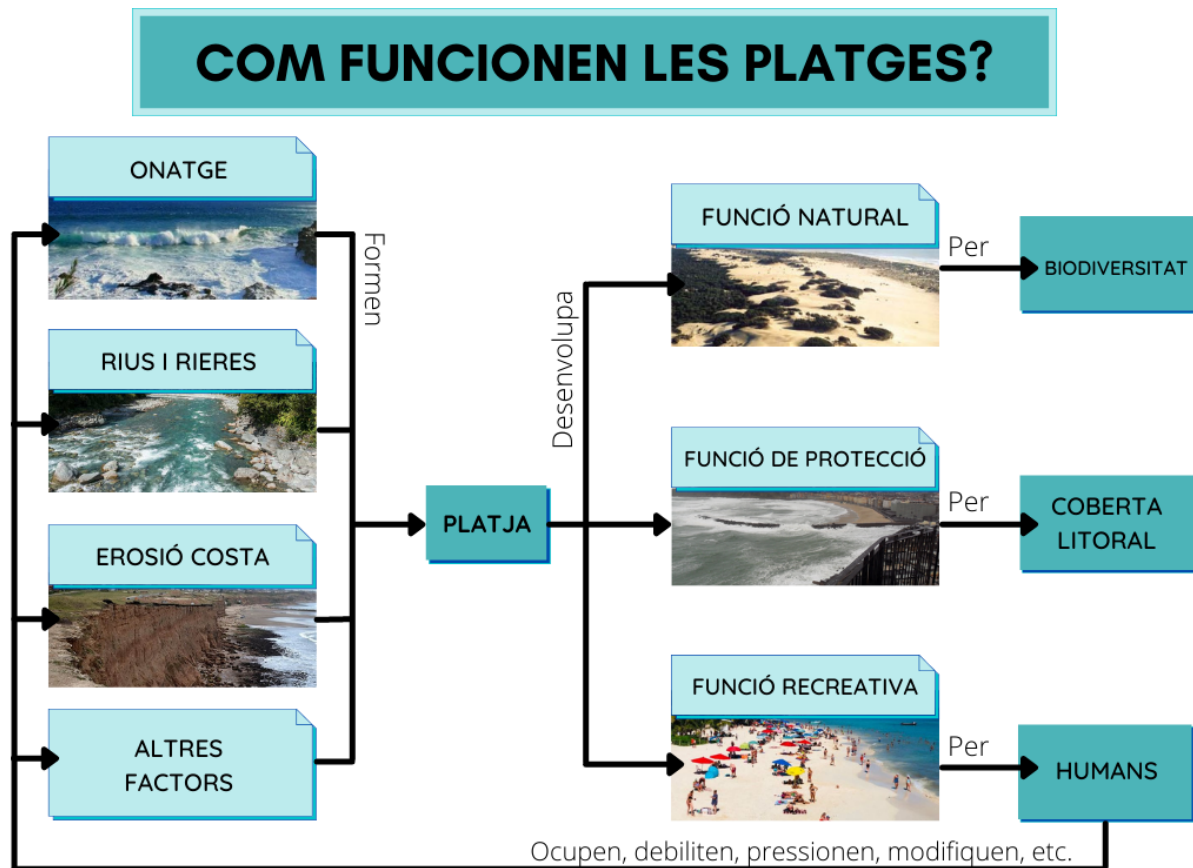


Figura 4: Esquema de les funcions d'una platja. Font pròpia.

Una de les funcions que més perilla és la funció de protecció. La sorra d'una platja protegeix tot el que està darrere seu davant d'un temporal, sigui més o menys intens. Perquè es compleixi aquesta funció, hi ha d'haver un mínim de sorra per protegir la zona. Quan no hi ha aquest mínim de sorra, **pot haver-hi diversos problemes**: la desaparició de la platja, perquè l'aigua absorbeix tota la sorra; danys a les infraestructures properes, a les carreteres i/o càmpings situats a prop de la delta... Això provoca també la probable desaparició de la funció recreativa, a causa de les destrosses i la desaparició de la sorra, la platja no seria un lloc viable de lleure.

A la llarga de les últimes dècades aquestes situacions han sigut molt habituals a Blanes. Hi ha diverses notícies als diaris de la zona on demostren aquestes destrosses (Fig. 5).



*Figura 5: “La desembocadura del Tordera se queda sin playas”, titular del día 17 de junio de 2017. Es descriu com una tempesta va acabar amb 100 m de delta (Madridejos, 2017)*

D'aquesta manera, amb les funcions natural i de protecció **reduïdes o aniquilades**, la platja del delta i la biodiversitat d'aquests ecosistemes es posa en perill, juntament amb elements que se situen darrere d'ells, sigui entorn urbà o natural.

Avui dia, moltes platges ja només compleixen amb una funció purament recreativa com a espai **d'oci pels humans**. Però malgrat, de vegades, a causa de l'erosió, algunes platges han desaparegut totalment i, per tant, ja no compleixen amb aquesta funció.

## *2.4 HIPÒTESI INICIAL*

Amb coneixement bàsics previs, declaro a la meva hipòtesi que a continuació provarem com el delta ha sofert una **important erosió** durant el pas dels anys a causa de la negligència humana i com, malgrat una notable acreció gràcies al Glòria, la **tendència erosiva** continua de manera alarmant. Per comprovar la meva hipòtesi, recollirem diverses dades: diferents fotografies a la llarga dels últims anys, mirarem la seva evolució costanera, el transport de sediments, el cabal, els temporals, la intervenció humana o les actuacions antròpiques que hagin pogut afectar durant aquesta època. D'aquesta manera, podrem veure la seva erosió, el seu creixement i per què ho fa. També si demostrem que, actualment, el delta de la Tordera continua erosionant-se per culpa de les actuacions humanes, es proposaran solucions per revertir aquest mal fet o, si ja és completament irreversible, per mitigar-ho.

## 2.4.1 Objectius

Després de la contextualització prèvia, podem declarar que els objectius principals d'aquest treball són els següents:

- **Com, el temporal Glòria, ha afectat la morfologia del litoral de costa del delta de la Tordera**
- **Relacionar els canvis soferts amb les intervencions humanes als canvis del sòl o les actuacions antròpiques**

# 3. GESTIÓ COSTANERA

## *3.1 ACTUALITAT*

Tots els espais que presenten una ocupació han de ser, naturalment, gestionats de forma raonable per les institucions o administracions corresponents. Aquestes, doncs, s'encarreguen de la gestió dels espais **vetllant pel compliment del seu ús i ocupació correcte**. Les zones costaneres, a causa de la gran quantitat de dinàmica, interacció i processos naturals que es donen a terme en elles, requereixen una especial cura, ja que, donar a terme la seva total funcionalitat i, a més a més que són les àrees més poblades i amb més varietats d'usos, comprenen una particular complexitat.

La gestió costanera, doncs, **no és una pràctica recent** malgrat presentar canvis amb el pas del temps. Durant segles, el principal mètode de gestió sempre ha sigut aconseguir l'aprofitament més gran dels recursos, obtenint el major benefici possible del sistema i sense pensar en el manteniment d'aquest.

La situació va ser més o menys sostenible fins a l'arribada del creixement demogràfic i tecnològic amb, més tard, el turisme i la globalització. Es va trencar un equilibri que, ja per si mateix, era molt sensible. Els espais naturals van començar a degradar-se per culpa de la gestió enfocada en l'obtenció de recursos. Durant dècades **es buscava millorar només la funció recreativa** i no hi havia cap llei que limités l'ocupació del litoral, per tant, no hi havia cap percepció de danys en aquell moment.

No va ser fins finals del segle XX que, la societat i les administracions van començar a prendre consciència de les seves errònies accions que venien de lluny sobre la dolenta gestió de les zones costaneres, que provocava, a més a més, un **impacte directe sobre la societat**.

Llavors, els últims anys del segle XX i els primers del segle XXI, significaren l'inici de les **pràctiques regeneratives de la costa**, ara sí, enfocades en el seu manteniment. Es va popularitzar la construcció d'espigons i esculleres i, més tard les regeneracions artificials de la platja. Malgrat tot, aquestes pràctiques van resultar un error en realitzar-se a partir d'estudis d'impacte ambiental dubtosos i sense tenir massa en compte l'afectació a la zona d'extracció i/o les característiques particulars de la zona a regenerar.

Durant les últimes dècades les conseqüències de les deliberades accions humanes han provocat una gran transformació de l'entorn natural. Doncs, actualment existeix una prioritat davant d'equilibrar el **desenvolupament econòmic i social** amb la protecció del medi ambient, ja que, la perillosa salut del planeta ens pressiona per trobar, cada vegada més, una resposta efectiva davant la **crisi ambiental**.

Segons l'informe **Millennium Ecosystem Assessment**, publicat per les Nacions Unides l'any 2005, les tres principals tendències d'aquesta crisi són:

- 1) L'increment de l'empremta humana
- 2) Les capacitats de càrrega limitada pels recursos naturals
- 3) La degradació del capital natural

Factors que empitjoren amb els temps i fan de la situació global, cada vegada més crítica.

Avui dia, els recursos naturals no poden ser tractats individualment, ja que aquests depenen dels altres sistemes, tant socials com econòmics, amb els que **interactuen**. Llavors, s'han creat sistemes adaptatius que estableixen la relació entre els humans amb la biosfera i es reconeix la interacció mútua entre la societat i els processos ecològics que són necessaris per a la supervivència d'ambdues parts.

Actualment, és la relació directa entre l'estat del litoral i les activitats que l'home desenvolupa en elles **la principal causa de l'impacte a aquestes àrees** i el seu conseqüent canvi. Així doncs és el conjunt d'aquestes activitats les que interfereixen a l'evolució natural dels ecosistemes i la interfase terra-mar, convertint-lo en un problema d'escala global que modifica els espais costaners de tot el planeta, afectant considerablement les seves funcions naturals. Llavors, era molt important una resposta directa i immediata per part de les institucions davant els problemes ambientals vigents, defensant accions i polítiques centrades en la seva sostenibilitat. En aquest context va néixer el concepte de **Gestió Integrada de Zones Costaneres** (*Integrated Coastal Zone Management-ICZM* o GIZC).

### *3.2 POSICIÓ DE LA UE*

Segons la Unió Europea, es descriu la GIZC com un procés dinàmic, continu i iteratiu dissenyat per promoure la gestió sostenible de les zones costaneres. Doncs, es pretén, a llarg termini, equilibrar els beneficis del desenvolupament econòmic i la utilització de la costa amb els beneficis de la seva protecció, preservació i restauració.

La UE es va basar en l'Agenda 21, un programa d'acció amb 2.500 recomanacions pel desenvolupament sostenible (vinculada amb la Cimera de Rio de Janeiro) on, a la número 17, que especificava el compromís dels estats per ordenar el litoral i documentar les tasques relatives a la zona, es va conèixer més tard com GIZC.

Però malgrat els diversos compromisos, la UE va començar a **aplicar-los de forma moderada**, vacil·lant, segons alguns, aprovant només una comunicació en lloc d'una directiva o reglament. En aquesta (Comunicació (COM/2000/547), 17 de desembre de 2000) es posa en manifest al Consell i al Parlament per treballar en la direcció de la GIZC.

Doncs, des dels anys noranta, la UE ha tractat de trobar una **major implicació amb les pràctiques de la GIZC** malgrat que les pressions polítiques que s'exerceixen als estats sobirans, al veure que perdien poder davant aquestes legislacions, van obligar a tornar enrere per, finalment, deixar-ho en la **Directiva de Planificació Marítima** (*Maritime Spatial Planning Directive*, 2014/89/EU), on únicament es recull la necessitat d'avaluar les relacions entre la terra i el mar en la planificació marítima, deixant als estats sobirans total llibertat per la gestió al seu espai costaner. Malauradament, només en la zona Mediterrània s'ha donat el cas d'un protocol vinculant a la Gestió Integrada de Zones Costaneres.

### 3.3 LA GESTIÓ A ESPANYA

El Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient, amb la Direcció General de Sostenibilitat de la Costa i la Mar, és la **màxima autoritat en matèria de gestió de costes** a l'estat espanyol. Té com a objectiu protegir el medi costaner i marí basant-se en la llei de costes (22/1988) recentment modificada per la nova llei 2/2013 de protecció i ús sostenible del litoral. Malgrat això, es tracta la costa com una franja de terreny delimitada de manera que encara s'està molt lluny de donar a terme l'estratègia del GIZC.

Al nostre país, el turisme representa entre un 10 i un 15% de l'economia nacional. Per aquest motiu, les platges, fonamentals pel manteniment del turisme, són considerats un dels nostres béns més importants. Durant dècades, la gestió espanyola de les platges es basava en un **proporcionar serveis de qualitat pels banyistes i usuaris**, considerant la platja com qualsevol altre bé o un servei turístic. Tot i això, va ser l'entrada del segle XXI que va suposar l'inici del canvi a la gestió de la costa. Sota la influència de les recomanacions de la GIZC, va néixer l'any 2005 l'Estratègia Espanyola de GIZC i, més tard, l'Estratègia per a la



Sostenibilitat de la Costa en el 2007. En aquests plans i en altres de diferents comunitats, es menciona la GIZC, que introdueix principis més acords a les noves estratègies internacionals sobre el medi ambient. Però, malgrat les eines que han millorat la manera de gestionar les costes, **continuem lluny d'aplicar aquests nous processos de gestió** per culpa de, principalment, tres grans problemes que obliguen a replantejar-se els processos de gestió existents:

- Una gran **fragmentació de responsabilitats** gràcies al fet que cada funció de la platja (recreativa, natural i de protecció) es troba regida per administracions diferents amb objectius que no coincideixen. Fins i tot, algunes funcions (com la de protecció), només es donen a terme després de les destrosses d'un temporal o, d'altres (com la natural), ni es prenen en compte.
- Un enfocament dirigit especialment a la **funció recreativa**, traduït en la carència de processos per la gestió natural de les platges.
- **Una gestió molt llunyana a les pràctiques internacionals recomanades.**

# 4. MARC D'ANÀLISI

## 4.1 ÀREA D'ESTUDI

### 4.1.1 La costa catalana

La costa catalana s'estén des del cap Falcó (part meridional del cap de Cervera), al nord, fins al riu Sénia, al sud. Segueix una orientació general de nord-est fins sud-est i té una longitud de 580 km.

Aproximadament **el 60%** (340 km) **de la franja litoral catalana es troba altament urbanitzada** en nuclis de població compacta (pobles i ciutats) i difuses (cases unifamiliars, hotels, càmpings). Si no es pren en compte la longitud del Delta de l'Ebre, des de Sant Carles de la Ràpita fins a La Ampolla (112 km), i el cap de Creus, des de la cala Montjoi de Roses fins a la cala Tamariu al Port de la Selva (50 km), la proporció de costa urbanitzada resulta el 81%.

La xarxa hidrogràfica de Catalunya es constitueix en 367 trams fluvials que conformen el conjunt de masses d'aigua de la categoria dels rius. D'aquests, 248 pertanyen a les conques internes i 119 a les conques catalanes de l'Ebre, la Garona i la Sénia. Llavors, naturalment les dues conques hidrogràfiques de major importància a l'hora del transport de sediments són la **conca hidrogràfica de l'Ebre i les conques internes de Catalunya** de dimensions similars sobre el territori (15.038 km<sup>2</sup> -46,84%- i 16.513 km<sup>2</sup> -51,43%-, respectivament), sense mencionar altres rius o rieres importants com (de nord a sud) el Daró, Tordera, Besòs, Foix, Gayà, Francolí i Sénia (*Fig. 6*).

En ser aquests els principals responsables de la major part de l'aport sedimentari de les platges i tota la costa catalana, aquests **són molt sensibles davant qualsevol modificació/actuacions** que s'han donat a terme a les conques fluvials al llarg de la història. Així doncs, les canalitzacions, les extraccions d'àrids de les lleres o la construcció d'embassaments a les conques, han reduït considerablement els aports sedimentaris de tots aquests canals fluvials, fent que moltes platges entrin en un dèficit sedimentari traduït en erosió.

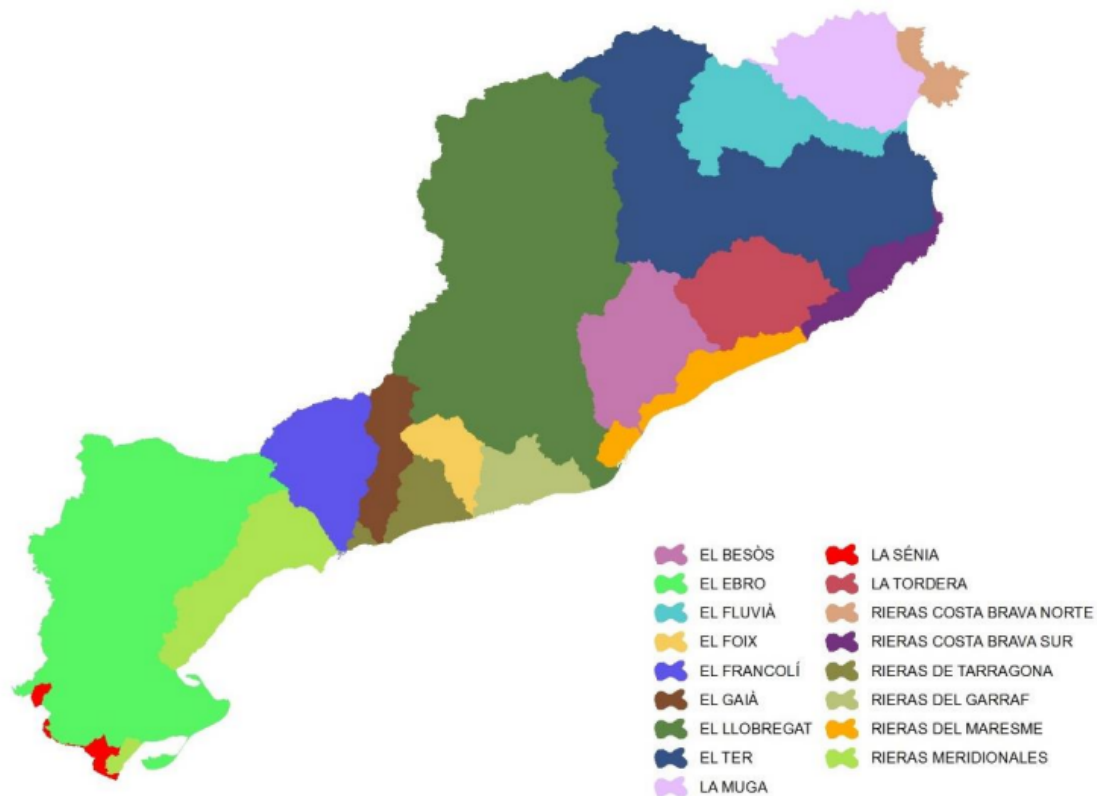


Figura 6: Mapa de les principals conques fluvials de la costa catalana (Sagistrà, 2018)

A més a més, pel gran creixement poblacional i urbanístic que ha experimentat Catalunya, existeix també una **greu demanda d'aigua** que se satisfà amb l'extracció d'aigua subterrània dels aqüífers subterranis d'aquests mateixos rius, reduint així el seu cabal i, per tant, el seu potencial sedimentari.

La costa catalana es troba dominada generalment per **onades obliqües** que generen corrents que donen lloc al conegut transport longitudinal de sorra. El transport de sediment a la costa catalana va de nord a sud amb unes tasses de 200.000 m de sorra. Aquest transport és l'encarregat de repartir els sediments fluvials de totes les conques hidrogràfiques catalanes al llarg de la costa. Evidentment, si reduïm aquests aportos i a més a més modifiquem la morfologia del litoral amb espigons, esculleres i, sobretot, ports, tenim com a resultat la **interrupció d'aquest transport longitudinal**. La principal conseqüència és la reducció dels aportos sedimentaris a les platges fins al sud de les estructures, amb una reducció acumulativa que deriva al començament d'erosió a moltes platges.

Com a resposta a aquest problema, moltes platges han hagut de ser artificialment regenerades davant la demanda turística que es desenvolupa en elles. Bàsicament, l'erosió

costanera es considera un **procés que impedeix o dificulta algunes de les funcions bàsiques d'una platja**. Per tant, la pèrdua de l'amplada d'una platja resulta de gran importància, ja que sense, per exemple, la funció de protecció (funció amb més tendència a perdre's davant l'erosió costanera), la zona creix de suficient defensa davant els temporals, que acaben destruint tota la zona urbanística propera a la costa.

Davant el balanç entre l'erosió i el transport de sediments a una platja (mesurat en curts intervals de temps i espai per definir diferents escales), es va comprovar, segons les dades del CIRC (2010) que, aproximadament **la meitat de les platges catalanes en troben en erosió**, a un ritme mitjà d'1,2 m anuals. D'aquests 20 centímetres corresponen al canvi climàtic global (temperatura, meteorologia, pujada del nivell del mar...) i 1 m es deu a la dolenta gestió del litoral, traduint-se en el fet que **el 80% de la pèrdua de la costa catalana es deu a pèssima gestió d'aquestes zones**. Llavors, considerant la tendència i els possibles escenaris futurs que planteja el canvi climàtic, s'espera que, per l'any 2060 hi haurà uns 140 km de costa molt vulnerables als efectes dels temporals en comparació als 60 km actuals.

#### 4.1.2 El delta de la Tordera

Un delta és una **estructura geomorfològica formada per la disposició de sediments fluvials** a la seva aproximació al mar, és a dir, **a la seva desembocadura**. La sedimentació es produeix degut la forta reducció de la velocitat al corrent del riu, la qual es troba lligada a la disminució del pendent de la geografia de la zona. Malgrat això, no és obligatori que tots els rius presentin un delta a la seva desembocadura, ja que aquest depèn molt de l'amplitud de les mareas.

Amb el delta de la Tordera, ens trobem un riu que desemboca a una gran plana vorejada pel Mar Mediterrani, amb un règim de mareas d'escassa amplitud i intensitat, establint les condicions perfectes per la formació d'un delta. Igual que tota la seva estructura costanera és a dir, que es troba en la interacció mar-terra, un delta que conté una part emergida (superfície) i una altra submergida (mar) on, dins d'aquestes hi ha diferents parts o estructures típiques (*Fig. 7*).

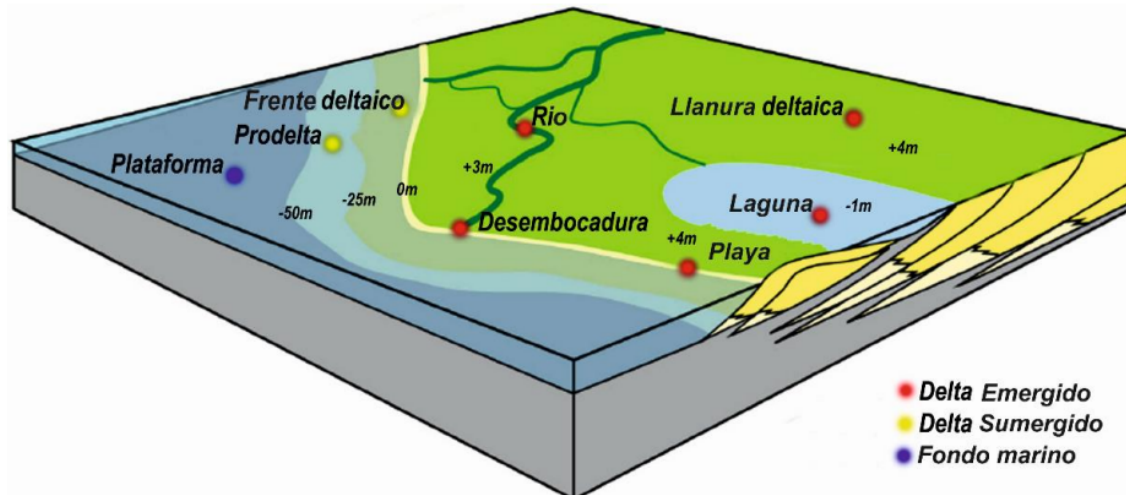


Figura 7: Esquema d'un delta amb les seves parts principals (Sagistrà, 2018).

La conca del riu Tordera compta amb una superfície de 894 km<sup>2</sup>, extensió relativament petita si la comparem amb els majors cursos fluvials de les conques internes (Llobregat, 4948 km<sup>2</sup>; Ter, 3010 km<sup>2</sup>). I malgrat ser un territori reduït, presenta una figura força fracturada des d'un punt de vista orogràfic en comprendre alhora les màximes elevacions de la serralada Prelitoral amb el Montseny al capdavant -1706 m-, com la serralada Litoral, amb el Montnegre -760 m-. El curs del riu continua fins a trobar-se amb la depressió Prelitoral, on s'enfonsa fins als 30-40 m per sobre el mar fins a arribar al mar mitjançant un petit delta de 12 km<sup>2</sup> d'extensió de sediments, entre les localitats de Blanes (nord) i Malgrat de Mar (sud). Llavors, la localització geogràfica de la conca de la Tordera dona lloc a un gradient orogràfic durant els seus 61 km de recorregut.

A causa d'aquest recorregut, el riu Tordera presenta diversos tipus de **condicions climàtiques diferents**, on es troben: la mediterrània, l'eurosiberiana i la boreoalpina. Gràcies a aquesta riquesa biogeogràfica, es contribueix a una bona presència de biodiversitat a la zona (Fig. 8).

El clima mediterrani del territori també proporciona períodes de sequera estival i una marcada estacionalitat de pluges durant la primavera i tardor, on es presenten fortes tempestes. El fenomen on es produeixen sobtades crescudes d'aigua al riu es coneix popularment com **torderades**.

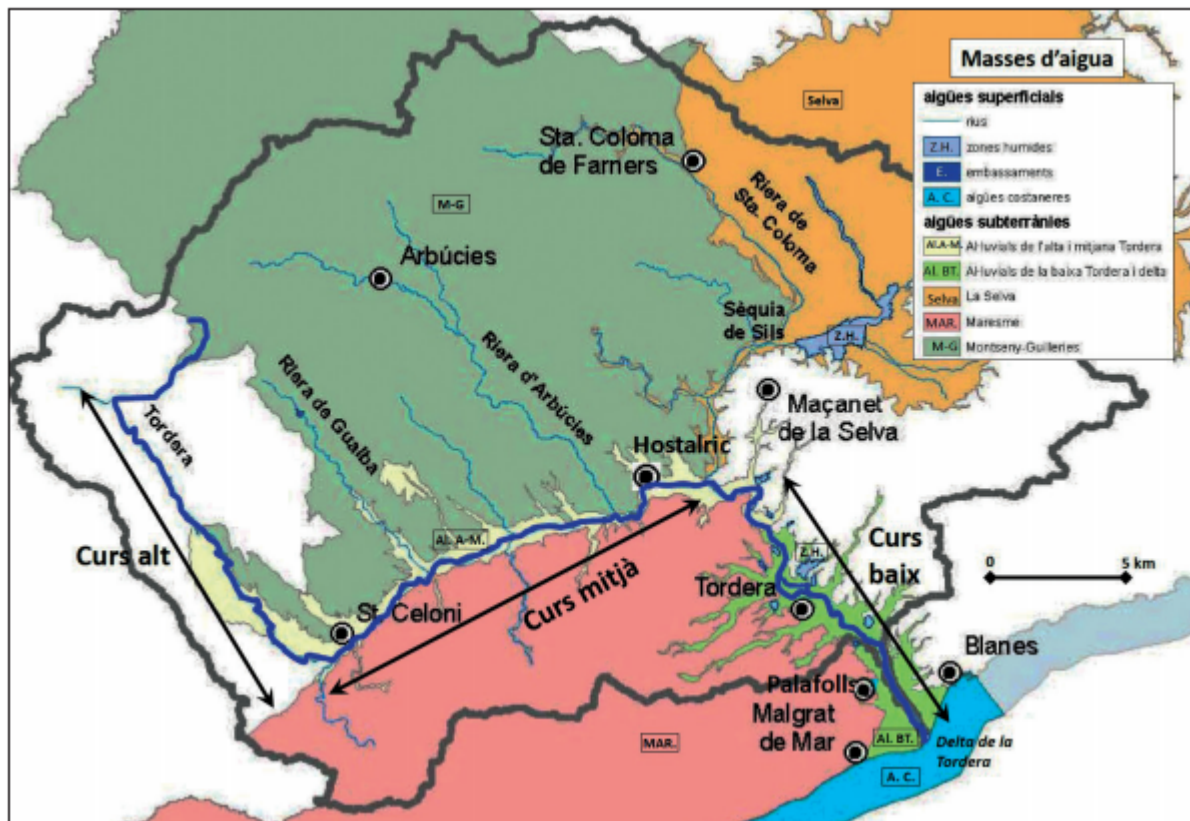


Figura 8: Mapa de la conca hidrogràfica de la Tordera i les seves masses d'aigua (Pavón i Panareda, 2020)

La capacitat de transport de sediment del riu Tordera ha sigut tema de discussió durant molts anys. Al principi es pensava que el seu transport anual oscil·lava entre 45.000 m<sup>3</sup>/any (DGPC 1986) i 60.000 m<sup>3</sup>/any (MOPU, 1979; Copeiro, 1982). Malgrat aquestes dades, estudis més recents han demostrat que el transport màxim és d'uns **200.000 m<sup>3</sup>/any**, d'acord amb l'estudi de cossos relictos al delta enfonsats de la Tordera (Serra y Vila, 2006). Aquest transport presenta un 90% de sorra de la platja del delta i un 10% corresponent a rieres i rierols de la zona.

Durant els últims seixanta anys, el tram baix de la conca del riu Tordera ha patit grans canvis a la seva dinàmica fluvial, als usos del sòl i a la gestió del recurs hídric. Avui dia, és una zona amb una gran ocupació turística i residencial, on s'exerceixen **enormes pressions als seus recursos naturals**. Històricament, la progressiva evacuació dels pagesos de la zona seguida de l'augment de la impermeabilització del sòl per a la construcció, va afegir encara més pressions al sistema fluvial que van acabar afectant també el sistema litoral a causa de la reducció del cabal del riu i els aports sedimentaris d'aquest.

## 4.2 ALTERACIONS A LA DINÀMICA LITORAL

El **creixement urbà** és una de les mega-tendències més importants d'aquest segle. El ritme i l'escala del procés global d'urbanització s'espera que continuï tant als mercats consolidats com a països emergents (Ernst & Young 2015). L'elevat ritme d'urbanització imposa **grans exigències** a les infraestructures, els serveis o als llocs de treball, entre d'altres. Encara que s'incrementa el creixement econòmic a curt termini, la transformació accelerada dels usos del sòl pot causar grans problemes ecològics. En els ambients costaners del NE mediterrani, el creixement urbà i el desenvolupament costaner associat han convertit el fenomen natural de l'erosió costanera en un **problema de creixent intensitat** que redueix la capacitat dels sistemes costaners d'absorbir les forces erosives (Salman, 2004). El problema de l'erosió s'agreuja quan altres accions humanes es realitzen en els subsistemes que tenen la influència costanera, com és el cas de la reducció de les aportacions sedimentàries de rius i rieres o l'alteració de la dinàmica natural per culpa de la construcció d'infraestructures a la costa (Panareda i Serrano 2008). Durant els últims seixanta anys, el delta de la Tordera i el seu braç nord (platja de S'Abanell) no han escapat d'aquesta tendència global.

La platja S'Abanell s'alimenta dels sediments provinents del delta de la Tordera gràcies al transport sòlid litoral que provoca el vent de garbí (Sud-oest), característic de la zona d'estiu. Les extraccions d'àrids que es van donar a terme i la canalització del curs del riu van provocar que **no hi hagués suficients aports sedimentaris** que regeneressin les platges després de les característiques tempestes de Mediterrani. Durant els anys seixanta, setanta i vuitanta es van extreure un total de 3 milions de metres cúbics d'àrids que van causar el descens d'un metre i mig de la llera del riu (*Fig. 9; Fig. 10*). La situació va empitjorar amb l'extracció de més d'un milió de metres cúbics de sorra del delta de la Tordera l'any 1994 per regenerar i crear platges artificials en diferents punts de Catalunya. El forat que es va crear davant del delta es va convertir en un embornal de sediments que dificultà la seva redistribució.

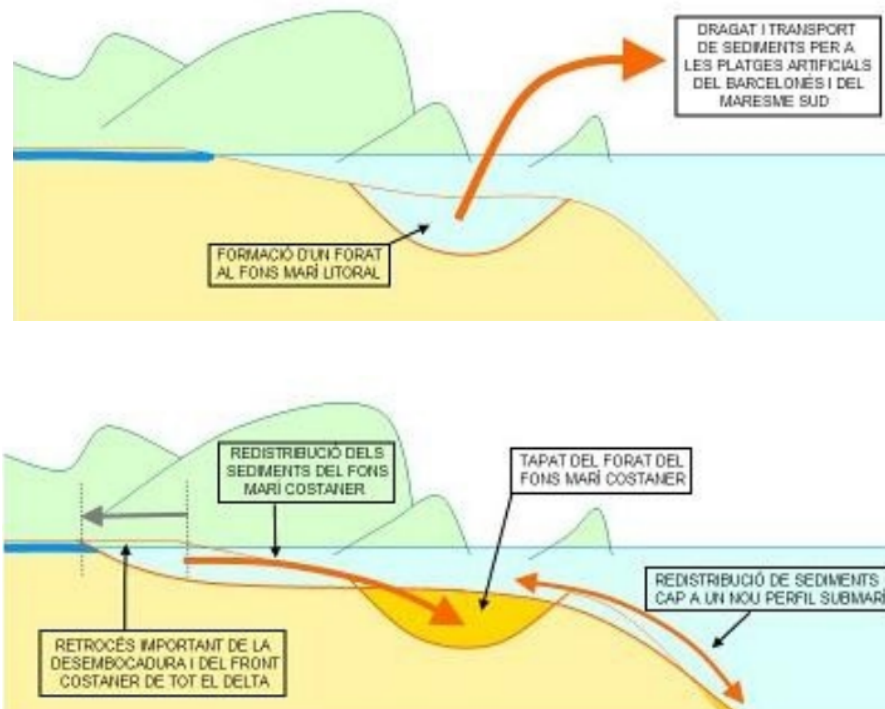


Figura 9: Efecte de l'extracció de la sorra del fons marí del delta de la Tordera sobre les platges de Blanes (Dinámica litoral, 2021)

La canalització del riu també provocà que la velocitat de l'aigua fos major i que, per tant, els pocs sediments que arribaven a la desembocadura fossin **projectats fins al fons marí** més profund, impedit així el seu transport cap a les platges i arrossegant els materials acumulats al fons del delta.

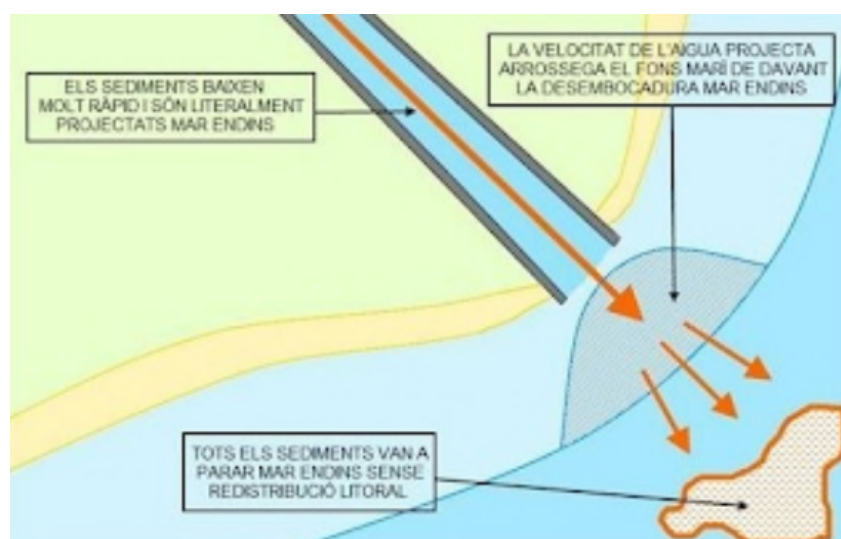


Figura 10: Efecte de la canalització del riu Tordera sobre el dipòsit de sediments a la seva desembocadura (Dinámica litoral, 2021)



Una actuació que va causar múltiples alteracions va ser la **implantació de la dessalinitzadora de la Tordera**, que va entrar en funcionament l'any 2003 i, malgrat haver-hi estat parada com a mesura d'estalvi durant els últims divuit anys, es preveu un Pla de Gestió, recentment publicat, enfocat en una millora del proveïment de l'aigua basat en la dessalinitzadora per als pròxims sis anys (2022-2027). També es planteja invertir 2.400 milions d'euros en aquesta operació, 1.400 dels quals anirien dirigits a l'Agència Catalana de l'Aigua i 369 milions per potenciar la producció d'aigua de la dessalinitzadora (ampliació de la dessalinitzadora de la Tordera, passant dels 20 als 80 hm<sup>3</sup>/any i la creació d'una nova planta a la conca del Foix) (Fig. 11).



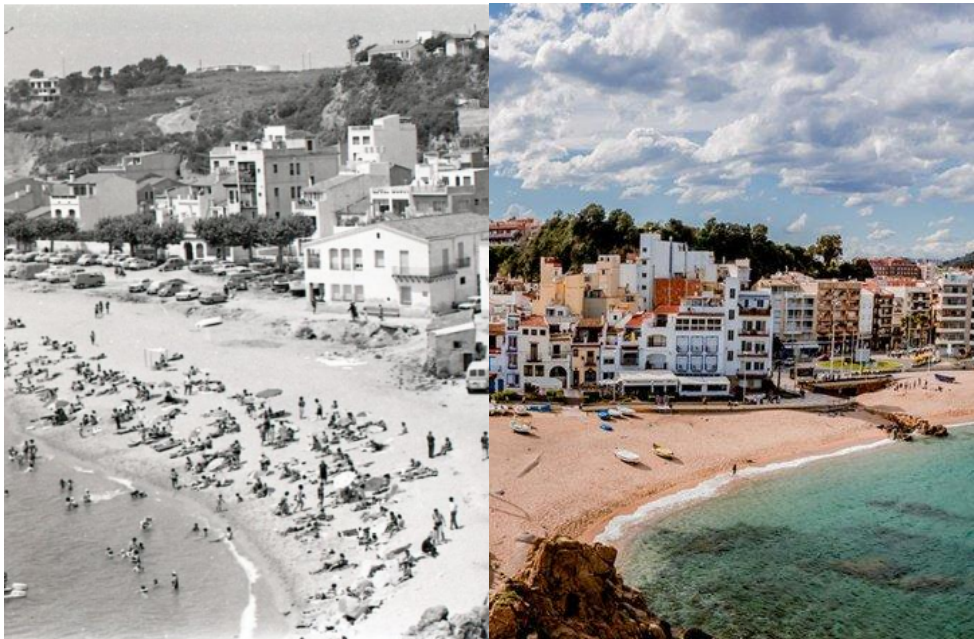
*Figura 11: Espigó de l'estació de bombeig de la desaladora de la Tordera (Dinámica litoral, 2021)*

Els pous de captació que es van ubicar a la platja de S'Abanell **van incrementar l'erosió al seu voltant**. Per protegir l'estació de bombeig es va construir un petit espigó que dificultava el transport dels sediments cap a les platges de Blanes. A més, l'emissari submarí que abocaven les salmorres al mar va formar una bretxa on s'acumulava la sorra impedit que aquesta arribés a la costa.

A finals de l'any 2006, diversos trams de la platja S'Abanell **havien perdut tota la seva superfície de sorra emergida**. A conseqüència d'aquest retrocés tan dràstic, el front posterior a la platja es va veure més exposat i vulnerable a les condicions climàtiques extremes. A causa de la gran importància i impacte econòmic a la regió que tenen aquestes platges i les infraestructures de la part posterior a aquestes, diferents parts interessades a escala local (municipis de la delta), regional (Autoritats catalanes) i nacional (Autoritats espanyoles) van començar a analitzar què es podia fer per reduir l'erosió i restaurar aquest ambient en particular.

Des del principi es va veure que la major part de solucions per a la platja de S'Abanell eren quasi impossibles de dur a terme a curt termini i, lamentablement, van ser necessàries solucions parcials mitjançant diferents accions reactives d'urgència. Una avaluació preliminar (Jiménez, Sardá, Serra, Pintó & Guillén, 2007) indicava que, en qualsevol cas, les solucions haurien de començar amb un **projecte de regeneració artificial de platges**. Al mateix temps, també es va iniciar un gran esforç per crear les condicions necessàries per gestionar el sistema de forma integrada, seguint les directrius de la gestió per ecosistemes dins d'un marc de Gestió Integrada de Zones Costaneres (Sagistrá, 2018; Sardá, Valls & Pintó, 2013). Els marcs de la GIZC se solen utilitzar per a aquest tipus de situacions (Sagistrá, 2018; Sardá, Avila & Mora, 2005; Sciberras, 2002) però malgrat els intents de crear les directrius per a moltes regions i desenvolupar les condicions adequades de governança per això, la realitat és que, avui dia, encara s'infravaloren aquestes directrius i **no es donen les condicions per aplicar els marcs que estableix la GIZC**.

Segons l'evolució històrica de la platja S'Abanell durant els últims cinquanta anys, la línia de la costa d'aquesta platja ha perdut una mitjana de **22 m de sorra**. Però malgrat això, en alguns trams es va arribar a perdre la totalitat de la platja durant la meitat de l'any de 2007, fet que va tenir conseqüències molt greus pel municipi de Blanes (Fig.12). A final de l'any 2006, la platja va perdre totalment la seva funció de protecció i es van necessitar actuacions d'emergència per alleujar els problemes que es van generar.



*Figura 12: Comparació de la platja de Sant Andreu i S'Abanell. La primera fotografia va ser presa el 1966 (Font: AMBL) abans de la construcció del port. La segona representa la platja a l'actualitat.*

En novembre de 2007, l'Agència Catalana de l'Aigua va dur a terme una **regeneració artificial** de la part sur de la platja de S'Abanell amb un volum de 180.000 m<sup>3</sup> de sorra reposada. Aquesta intervenció se'n va categoritzar com a "**emergència**", ja que es va justificar com acció per protegir els pous de captació d'aigua de la planta dessalinitzadora de la Tordera i, per tant, no es va requerir la realització d'un estudi d'impacte ambiental previ. La intenció principal de la regeneració era restaurar l'amplada necessària a la platja per protegir les infraestructures (nou pous de bombeig d'aigua salada i una caseta de maquinària pel bombeig) construïdes l'any 2001 a la part posterior de la platja per captar aigua salada per a la planta dessalinitzadora, construïda més endins. Al seu moment de construcció, aquestes infraestructures es van emplaçar a uns 40 metres del mar; sis anys després, tenien contacte directe amb el mar. El projecte de regeneració **va acabar convertint-se en un fracàs**, ja que els temporals de llevant que van venir al desembre van deixar aquesta part de la platja un altre cop sense la seva amplada regenerada feia menys d'un mes. Aquest episodi va deixar els antics pous de captació d'aigua per a la dessalinitzadora a primera línia de mar. Després d'uns quants mesos de danys considerables al passeig marítim i els baixos dels edificis de primera línia de mar, el Ministeri de Medi Ambient, Medi Rural i Marí del Govern d'Espanya va realitzar **dues regeneracions artificials més a la platja** (Ministeri d'Agricultura Alimentació i Medi Ambient 2016). Una d'aquestes va ser l'agost de 2009 amb 250.000 m<sup>3</sup> de sorra i l'altra en 2018, on es va regenerar la part central de la platja amb 150.000 m<sup>3</sup> de sorra.

La **carència de les dunes**, principals responsables de la protecció dels embats del mar cap al passeig marítim i la reserva de sorra a la platja, es percep clarament a S'Abanell per culpa de la gran erosió que pateix. Amb els temporals més forts el mar ha arribat a soscavar l'estructura del passeig marítim i provocar l'enfonsament en alguns punts. Per protegir aquesta infraestructura es va construir un dic longitudinal de blocs de pedra (*Fig 13*), malgrat que això pot provocar que arribi a augmentar l'efecte gràcies a la reflexió que provoca (*Fig. 14*). Una proposta que es va fer a més a més per minimitzar el risc va ser retirar el passeig marítim uns 15 metres enrere eliminant la calçada de vehicles i guanyant així una franja de platja.



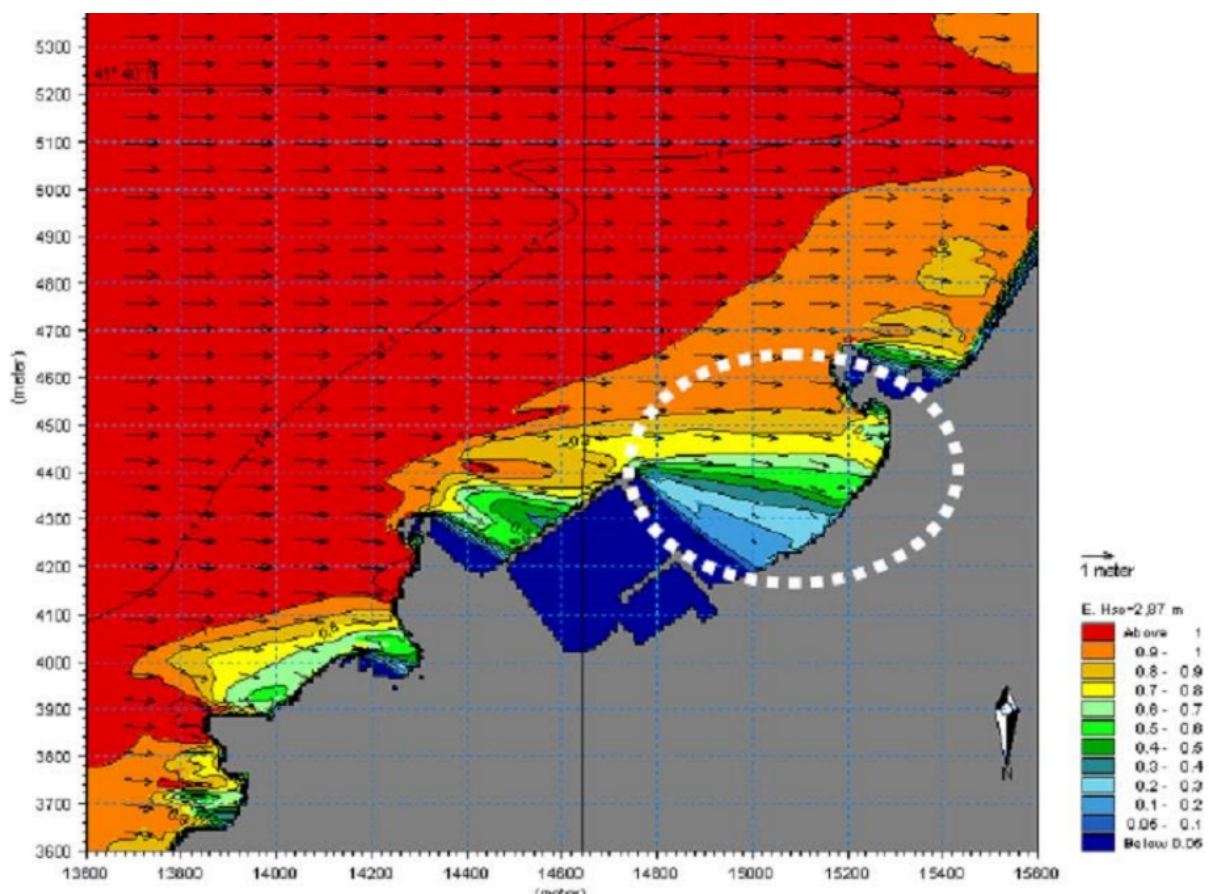
*Figura 13: Ampliació del dic de Blanes amb roques i formigó per assegurar l'assentament i fixació (La Generalitat refuerza con bloques de hormigón una parte del dique del puerto de Blanes, 2013)*



*Figura 14: Reparació del dic de Blanes danyat després de la tempeste Glòria (Comienzan las obras de reparación en el dique de Blanes, 2020)*

Les estructures portuàries per la seva part, són **responsables de generar canvis sobre l'estructura dinàmica litoral** i, com a conseqüència, també generen canvis a la morfologia d'aquest. Els efectes principals dels ports són els canvis a l'onatge costaner, canviant els corrents i, per tant, canviant el transport de sediments marí. La magnitud dels impactes es pot mitigar dissenyant adequadament els ports, tenint en compte les variables oceanogràfiques en respecte a les diferents dimensions de l'estructura com, per exemple: dics, pendent del talús de l'espigó, materials de construcció, obertures i orientacions dels espigons, entre d'altres.

En el cas específic del port de Blanes, l'ampliació que es va fer del port **canvià el punt de difracció de l'onatge**. Anteriorment, l'onatge entrava cap a la platja de manera més directa. L'espigó nou causà que l'onatge es desviés en una direcció més acusada. Això resulta en un canvi dramàtic al moviment dels sediments de la platja de Blanes (*Fig. 15; Fig. 16*).



*Figura 15: Canvis en la direcció de l'onatge sense l'ampliació del port de Blanes (Dinàmica litoral, 2021)*

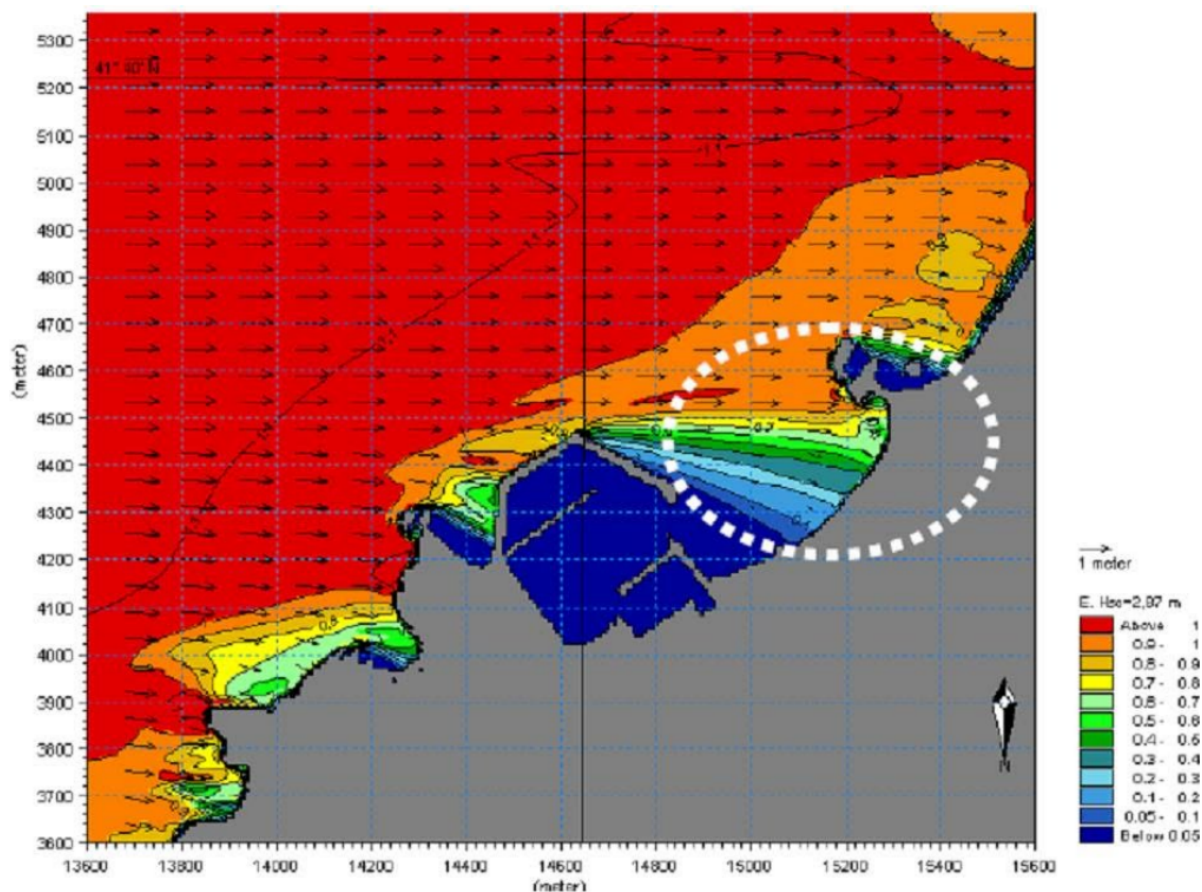


Figura 16: Canvis de la direcció de l'onatge amb l'ampliació del port de Blanes (Dinàmica litoral, 2021)

### 4.3 DADES PLUVIOMÈTRIQUES

Les dades pluviomètriques que es presentaran en l'apartat de *Resultats* provenen de l'estació meteorològica de Malgrat de Mar gestionada pel Servei Meteorològic de Catalunya (Meteocat - XEMA). Malgrat que l'estació de Malgrat de Mar està situada a la costa i, a priori, no seria la millor per determinar dades de la conca, es dona la casuística que la conca de la Tordera, en ser relativament petita, no presenta grans variacions de pluviometria entre la costa i la resta de la conca, malgrat que a la costa serien menors respecte a quantitat de pluja anual. A més a més, era l'única estació amb dades prou antigues per poder comparar les dades actuals amb els registres històrics per definir el règim pluviomètric mitjà de la zona.

## 5. METODOLOGIA

Per aconseguir els resultats de l'erosió i/o acreció de la punta de la Delta de la Tordera i les conseqüències del Glòria a la zona vaig prendre l'ajuda del CEAB (Centre d'Estudis Avançats de Blanes). Es mostraran diversos anys d'evolució de la Delta, ja que el CEAB compta amb tota la sèrie històrica. Personalment, em vaig encarregar d'analitzar les fotografies preses des del 2015 fins a 2021, però s'analitzaran les dades dels gràfics dels anys 2009 fins l'any 2021.

Per començar a avaluar els canvis de la regió del delta de la Tordera i la seva evolució de la línia de la costa es van compilar una sèrie de fotografies aèries. Aquestes fotografies setmanals van ser obtingudes en un període de temps des de gener de 2015 fins març de 2021. Es van capturar sempre des de la mateixa ubicació, a la muntanya de Sant Joan (*Fig. 17a*).

El punt d'observació es troba a 180 m sobre el nivell del mar i a 1 km de l'extrem més al nord de la platja. Les fotografies es prenen amb una càmera reflex i sempre des de exactament el mateix punt geogràfic amb el mateix angle i zoom. Es compta amb un registre setmanal de dates des de 2015 fins a 2021 amb menys freqüència a l'últim any de registre. Aquestes fotos es van utilitzar posteriorment per mesurar l'amplada de la platja i la delta. Les mesures es van basar exclusivament en les fotografies on la costa es veia clarament definida. La resta d'imatges, on les onades incidentals no ens van permetre traçar la línia de la costa amb precisió, van ser descartades de l'anàlisi. Les mesures de l'amplada de la delta es van obtenir específicament del transsecte 6 (*Fig 17c*).

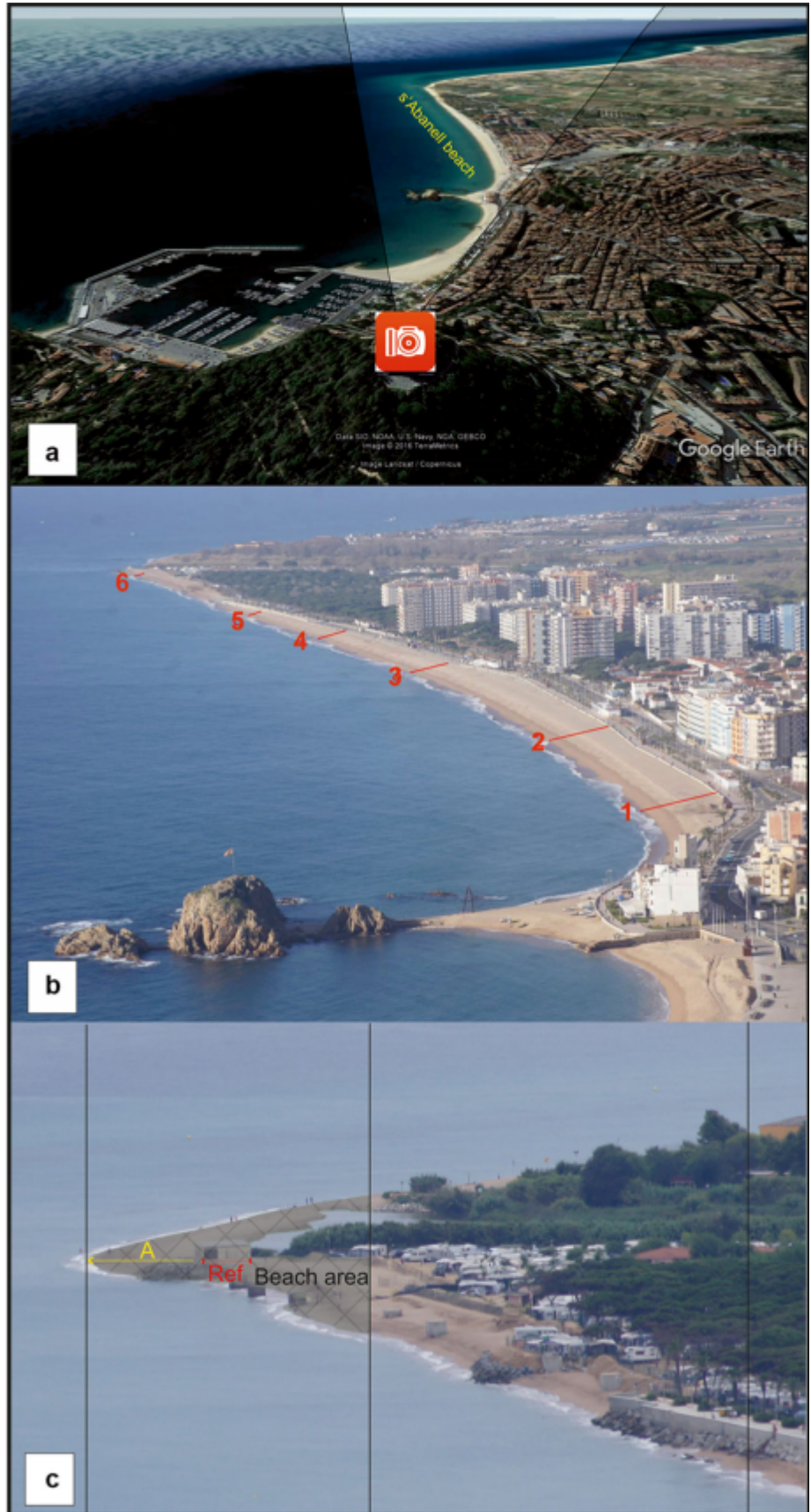
**Figura 17**

a. Simulació 3D de la visió de la càmera desde el punt més alt de la platja S'abanell, la muntanya de Sant Joan (font de la imatge: Google Earth).

b. fotografia desde la muntanya de Sant Joan, mostrant els 6 transectes distribuïts espacialment per la platja.

c. Mesura presa (zona marcada amb traços creuats a la imatge) a la zona 6 del transecte anterior.

(Sagistrà Sardá i Serra, 2019)







3. A continuació, ja que tenim la imatge al nostre ordinador, és l'hora **d'obrir l'ImageJ**. Aquest és un programa informàtic de tractament digital d'imatge. Es tracta d'un software de domini públic i que compta amb potents eines per editar, processar i analitzar que nosaltres utilitzarem per al nostre treball (Fig. 20).

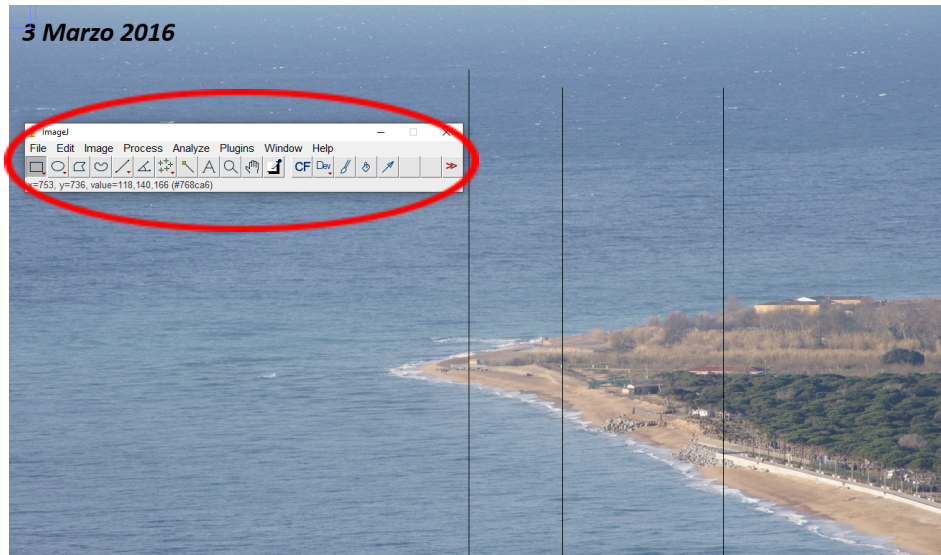


Figura 20: Pas nº 3, obrim la imatge amb l'ImageJ, el software que utilitzarem per les mesures. Font pròpia.

4. Abans de mesurar la imatge, amplièm cinc vegades i **configurem l'escala** a la secció *Analyze> Set Scale* (Fig. 21).

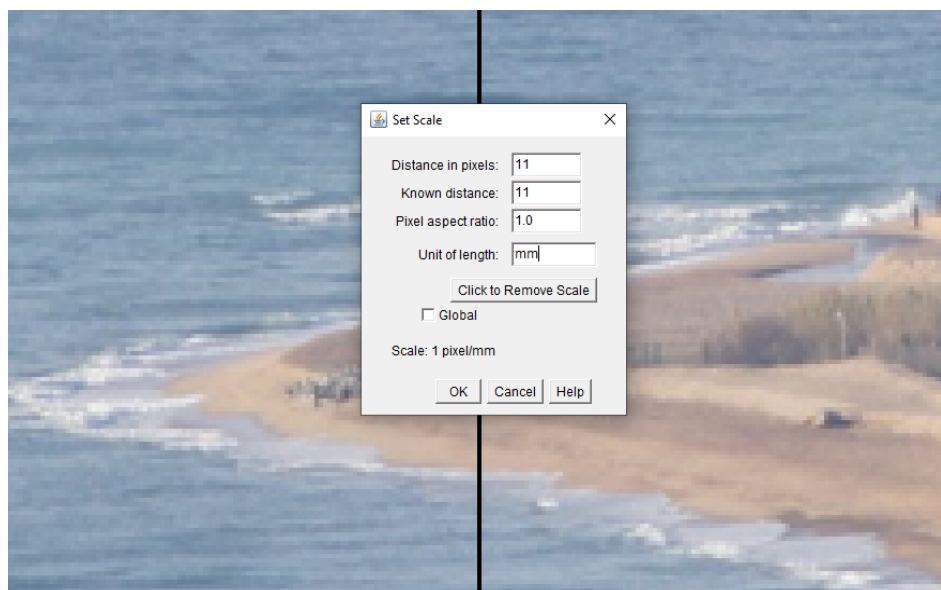


Figura 21: Pas nº 4, configurem l'escala. Font pròpia.

5. Amb l'ajuda de l'eina *Straight* prenem tres mesures lineals: la punta, la costa inferior i la superior (si és existent). La quarta, la fem amb l'eina *Polygon selection*, que utilitzarem per mesurar l'àrea del delta. Per apuntar les dades, just després de marcar la línia o l'àrea s'ha de clicar a la secció *Analyze> Measure* (Fig. 22).

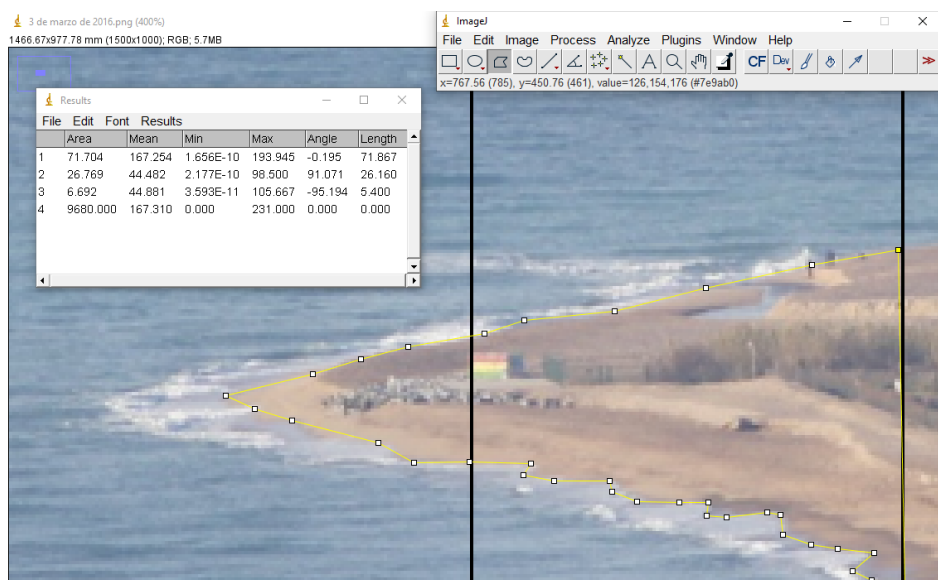


Figura 22: Pas nº 5, prendre les quatre mesures i apuntar-les. Font pròpia.

6. Per últim, **obrir Excel** i passar les dades a una llista cronològica i ordenada per columnes segons la zona de la delta que hagi mesurat (la punta, la costa inferior, la superior o l'àrea) (Fig. 23).

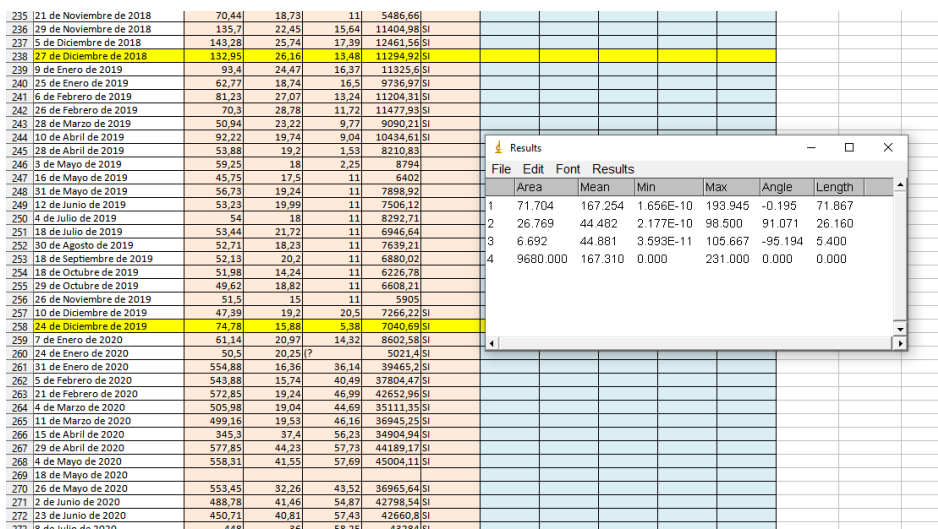
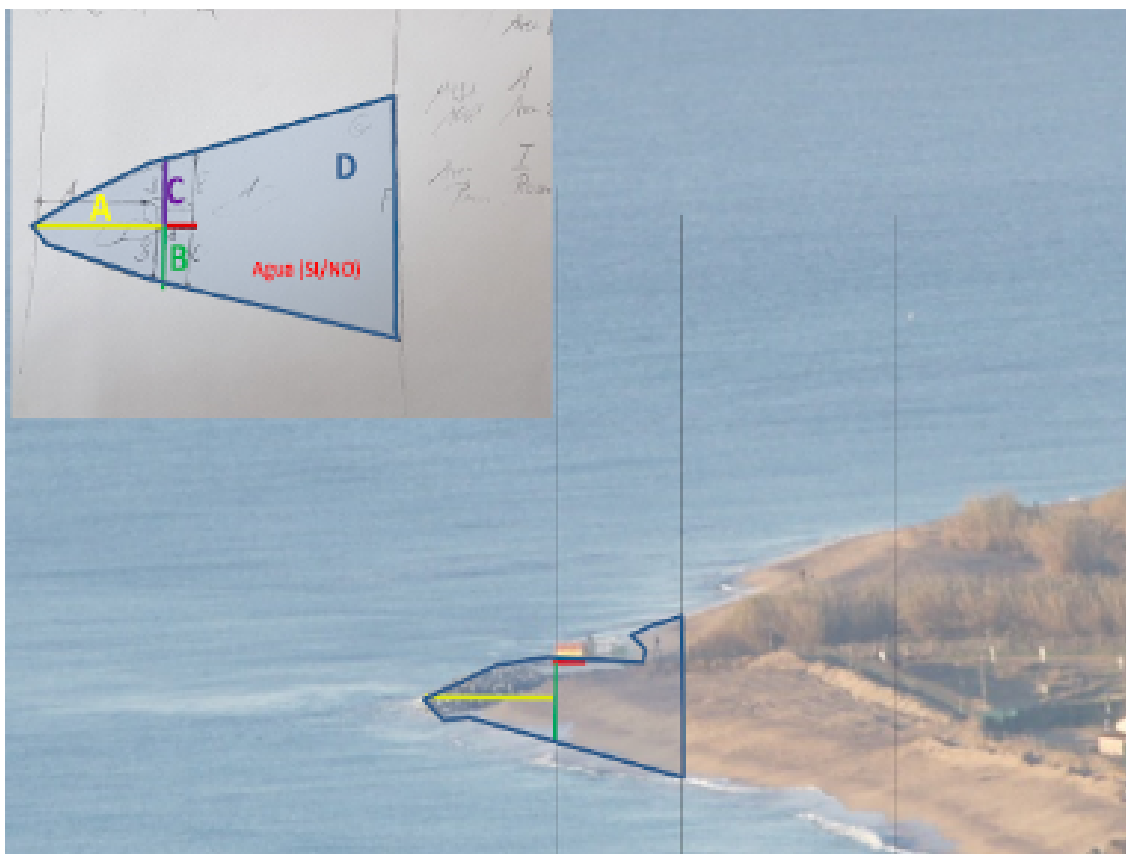


Figura 23: Pas nº 6, pasar les dades a un document excel. Font pròpia.

Posteriorment, es va desenvolupar una nova metodologia per estudiar aquesta àrea en particular. La nova metodologia té molts punts en comú amb l'anterior en el qual respecta la recopilació i el processament de dades (un conjunt de fotografies, el software utilitzat per l'anàlisi, una clara diferenciació de la costa i una participació constant del personal). La diferència estava relacionada amb el paràmetre mesurat. Es va desenvolupar una mesura indirecta de l'àrea de la superfície per representar la superfície de l'àrea de la platja que apareixia en les fotografies entre la línia ben establerta i la interfície platja/aigua de mar. Aquesta nova mesura no va proporcionar una àrea precisa, sinó que es va fer servir com a mesura comparativa entre fotografies per analitzar les tendències d'erosió. La unitat final resultant és en percentatge sobre 100. Es va configurar l'escala donant un valor d'1 a la longitud central d'aigua que es mostra directament a les imatges (Fig . 24).



*Figura 24: Pel procés de la metodologia, es mesura la distància entre l'extrem de la caseta de les màquines i la costa com a distància A, la distància entre la caseta i la costa sud com a distància B, des de la caseta fins la costa per dalt seva com a distància C i l'àrea de tota la superfície marcada com a mesura D. Font pròpia.*



- Amb el botó esquerre del ratolí se selecciona tota la columna. Després es pitja el botó de *Create Graph>Bar* i a *Bar Group* es pot seleccionar el tipus de gràfic que vulgueu. En el meu cas, vaig escollir la primera opció (*Simple Vertical Bar Chart*). A continuació sortirà una finestra on s'haurà de prémer l'opció *Single Y* i, a la següent pàgina, s'haurà de seleccionar la columna que voleu passar a gràfic (Fig 27).

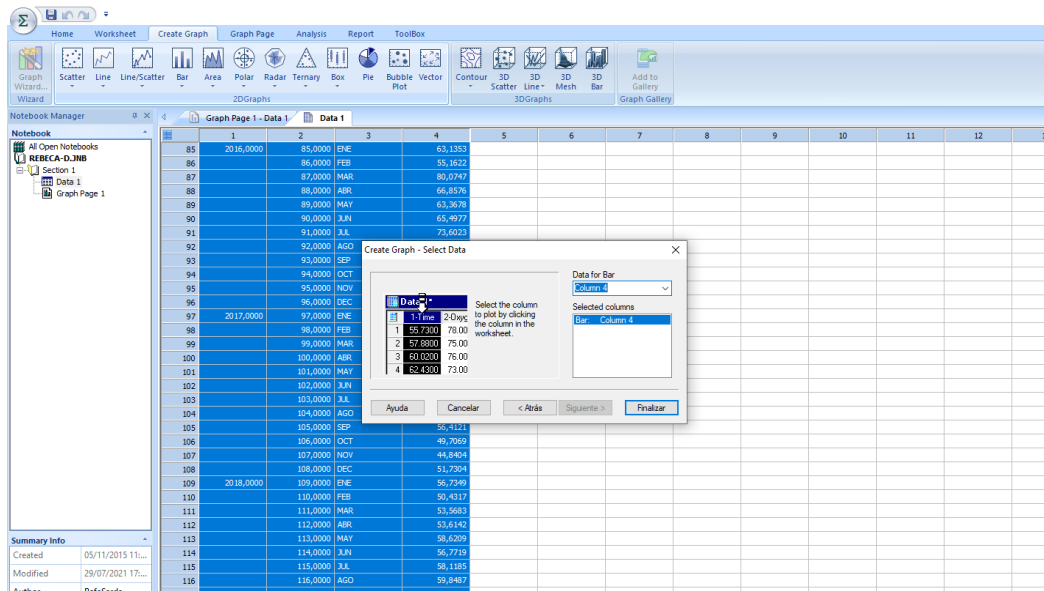


Figura 27: Creem un gràfic seleccionant les nostres dades. Font pròpia.

- I per últim se'ns obrirà automàticament una pàgina amb el nostre gràfic que podrem editar lliurement al nostre gust (color, mida, títol...) i posteriorment **baixar com a PDF seleccionant el gràfic** i clicant a la secció *Home>Create PDF* (Fig. 28).

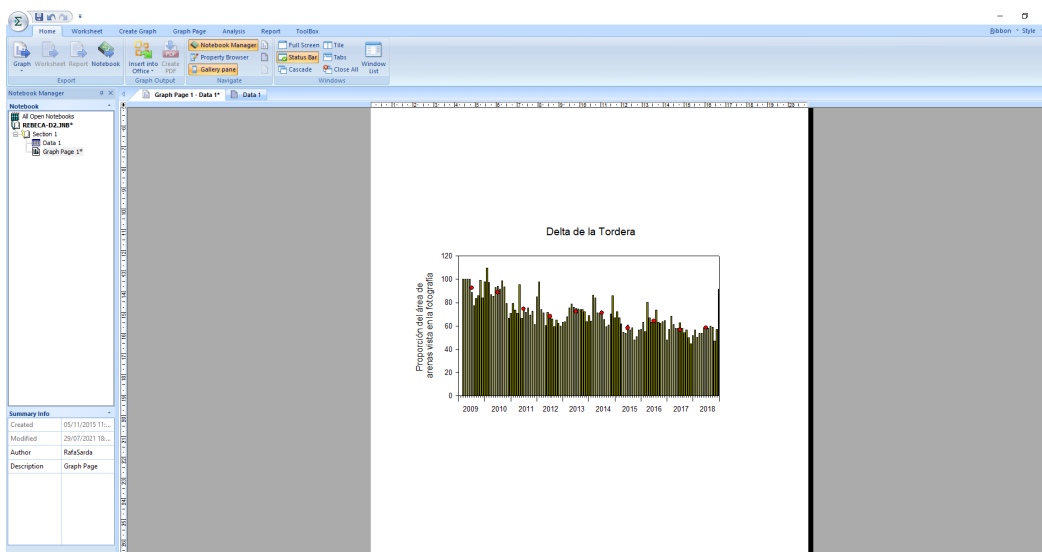


Figura 28: Editar el gràfic creat al nostre gust. Font pròpia.

# 6. RESULTATS

## *6.1 MARC CONCEPTUAL: UNA COSTA MANCADA DE SEDIMENTS*

La costa es pot concebre com un **sistema altament dinàmic sotmès a la interacció de factors atmosfèrics, marins i continentals**, als quals s'afegeix la **intervenció humana** i la seva capacitat de transformació del medi. A la costa catalana, el vent, l'onatge i els corrents proporcionen l'energia necessària per modelar i modificar les formes de relleu costaner per mitjà de l'erosió, el transport i la deposició de sediments.

Els sediments que constitueixen la platja han estat mobilitzats, transportats, retreballats i finalment dipositats en un tram de costa pels corrents generats per l'onatge. La font dels sediments és diversa segons el tipus de costa: erosió del rocam costaner, aportacions fluvio-torrencials, transport longitudinal i acumulació de bioclasts d'origen marí, entre els més destacats.

En el cas de la costa catalana la font principal de sediments són les **aportacions de rius i rieres**, sobretot en els episodis de pluges intenses. El fet que en un tram de costa existeixi a una platja indica que a mitjà termini les aportacions de sediments contraresten les pèrdues que provoca que l'onatge en els episodis de temporal i que el balanç sedimentari ha estat positiu. Es produeix una acreció, o almenys un equilibri, si la platja es manté estable.

Les aportacions sedimentàries d'origen fluvial han estat suficients en el passat per mantenir les platges sota un balanç sedimentari positiu o en equilibri que garanteix la seva estabilitat en el temps. En les darreres dècades, però s'han succeït tot un conjunt de **transformacions paisatgístiques** que han fet disminuir el volum de sediments que arriben al mar. Per una banda, la regulació dels cabals fluvials per mitjà de la construcció d'embassaments i rescloses de tota mena és una de les causes més conegudes de la penúria sedimentària que actualment afecta la costa. Això unit a la **sobreexplotació dels aqüífers** per abastir els usos agrícoles, industrials i domèstics ha provocat una reducció tan severa del cabal de molts cursos fluvials que, durant molts mesos de l'any, el cabal és tan minso que l'aigua del riu no té la força suficient per obrir-se pas a través del cordó litoral, tal com és el cas de la Tordera.

## 6.2 EVOLUCIÓ DEL DELTA 2009-2018

En un principi (2008-2009) de la línia cronològica, va haver-hi una regeneració a la punta del delta per part del ministeri del Medi Ambient, Medi Rural i Marí del Govern d'Espanya (Ministeri d'Agricultura i Alimentació i Medi Ambient 2016), amb 250.000 m<sup>3</sup> de sorra. Aquests sediments van ajudar momentàniament, però per culpa de la seva dolenta distribució per la costa, a la mínima intervenció d'actuacions antròpiques aquests se'n van anar molt ràpidament. Durant els anys, la platja va anar perdent sorra molt ràpidament i va ser sobretot a partir de l'any 2015, quan la costa va mostrar un equilibri en tots els transsectes estudiats, amb oscil·lacions anuals d'amplada quasi inexistent. Això es deu al fet que, per aquests mesos, la delta disposava de tan poca platja, que pràcticament no comptava de sorra per perdre. A lliure albir, hauria continuat retrocedint, però va arribar un moment on, la gent dels càmpings adjacents va començar a protegir-se. Van posar sacs, roques, objectes grans... tot **per evitar la recessió** (Fig. 29).



*Figura 29: Costa de la delta totalment erosionada darrere l'impacte d'un temporal (LIM, 2011)*



Òbviament, va haver-hi certs aportos sedimentaris en cert moment, alguna crescuda del riu, però amb el temps, la costa sempre va patir una **tendència erosiva** fins a perdre un total d'entre el 40 i el 50% de la seva superfície que contenia en 2009, en comparació amb l'any 2018. Aquest retrocés periòdic es deu a la falta de precipitació de suficients sediments. És un balanç trencat a favor de l'erosió, no de l'acreció del delta. Per haver-hi un balanç entre ambdós creixements, es van realitzar estudis (Enric Sagistrà, 2018) on es mencionaven un total de **200.000 m<sup>3</sup>/s de sediments necessaris per equilibrar-ho**. Aquest caudal necessari per arrossegar tal quantitat de sediments no ha tingut lloc, per tant, el delta es troba en retrocés.

Al gràfic (Fig 30), podem observar les mesures de l'àrea del delta mitjançant fotografies setmanals amb punts vermells que marquen el percentatge d'àrea mitjana anual. Començant amb una data inicial l'any 2009 (fotografia inicial, representa el 100% al gràfic) com greu va ser la tendència erosiva durant aquest període, només detinguda per la mà humana davant la falta d'espai suficient per complir, com a mínim, la funció recreativa. La mateixa mà que va ser responsable dels anys d'erosió, primerament. La xifra de percentatge més baixa consta en novembre de 2017, on ja s'havia perdut més el 50% de l'àrea inicial (44,84% d'àrea restant).

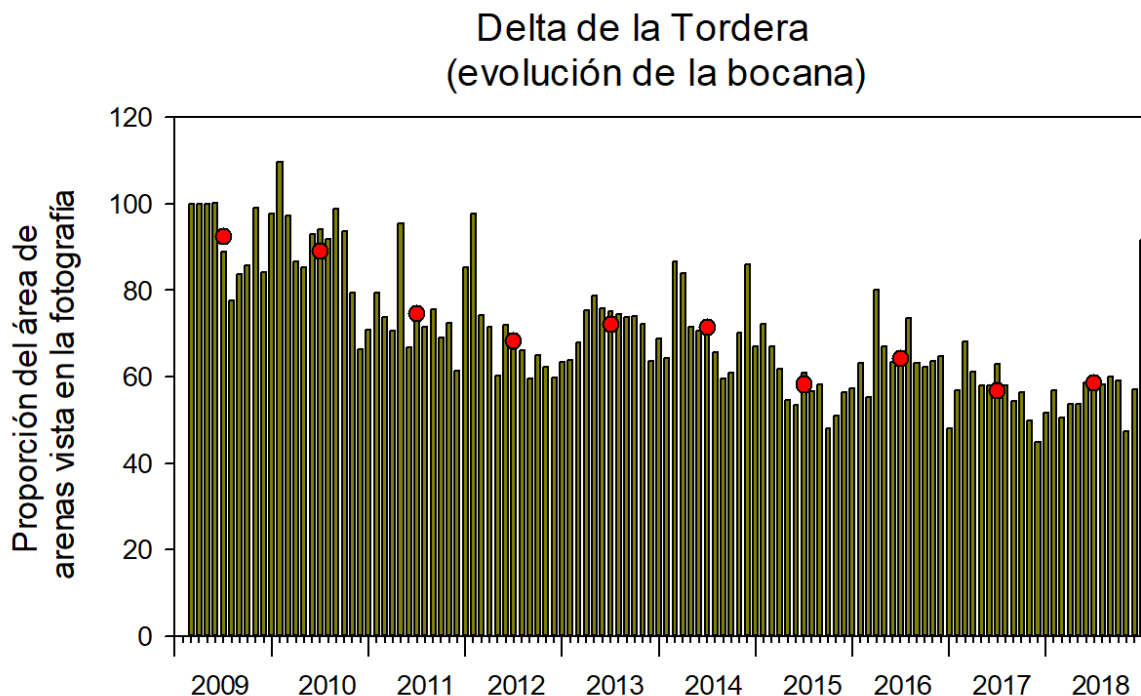
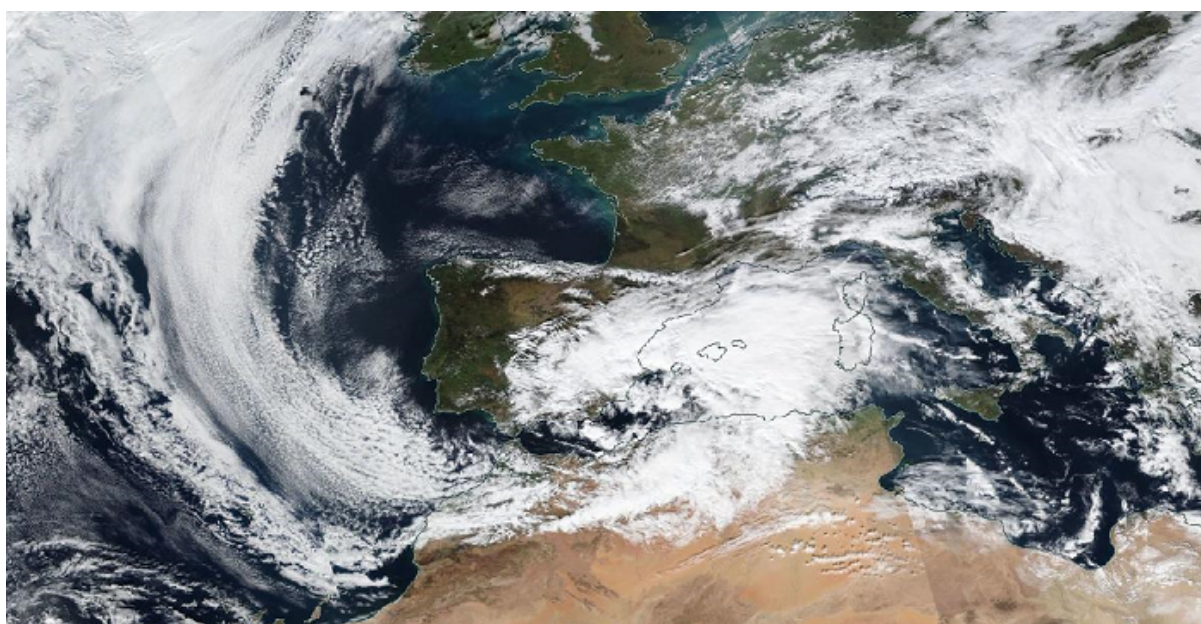


Figura 30: Gràfic de la mesura de la superfície del delta de la Tordera durant els anys 2009-2018.

Font pròpia.

## 6.3 EL TEMPORAL GLÒRIA

El període de 2020 es marca de forma històrica gràcies al pas de la **borrasca Glòria** (també coneguda com a Tempesta Jacob als Estats Units i el Canadà). Va ser un cicló extratropical de llarg recorregut que va afectar des dels Estats Units i Canadà fins a la península Ibèrica durant el seu pas per Europa. Entre els dies 20 i 23 de gener de 2020 van donar-se pluges acumulades de fins a 787,7 a Península Ibèrica i la Catalunya del Nord amb pluges d'entre 200 i 500 litres per metre quadrat al Vallès Oriental, les comarques gironines i les Terres de l'Ebre i nevades importants a l'Aragó. Va causar múltiples destrosses, incidències a bona part del territori i va haver-hi tretze víctimes mortals (*Fig. 31*).



*Figura 31: Gloria el dia 19 a migdia amb el seu centre entre Eivissa i el cap de Nao (MODIS del satèl·lit SUOMI-NPP)*

### 6.3.1 Descripció de l'estudi meteorològic

El Glòria va tenir lloc entre els dies 20 i 23 de gener de 2020 a la península Ibèrica i la Catalunya del Nord amb pluges acumulades de fins a 787,7 litres per metre quadrat a la Vall de Gallinera, pluges d'entre 200 i 500 litres per metre quadrat al Vallès Oriental, les comarques gironines i les Terres de l'Ebre i nevades importants a l'Aragó.

En el cas de la conca de la Tordera, com també bona part del sector oriental de la península Ibèrica, **la crònica va començar el dia 19**. La situació va venir precedida per un quadre de vents intensos ja durant el cap de setmana del 18-19. Al llarg del dilluns 20, cap al migdia, les precipitacions van començar a entrar, progressivament, per la franja litoral de la baixa

Tordera. Al llarg del dilluns, els registres de pluja oscil·laren entre 35 i 50 mm als observatoris automàtics de la conca: Santa Coloma de Farners, 47 mm (XEMA); a Malgrat de Mar, 46,9 mm (XEMA); a Puig Sesolles (capçalera de la conca), 40,9 mm (XEMA) i, a Fogars de la Selva, 36,1 (XEMA). Durant la nit del dilluns 20, davant la basculació de la borrasca cap al sud, es va confirmar l'**allevantament del temps**, amb vents directes de mar cap a terra. Això es traduiria, al llarg del dimarts 21, d'una banda, en un **increment de la intensitat de l'onatge** -amb unes altures màximes puntuals de l'onatge que van superar els 12 m a Tarragona- i, de l'altra, en precipitacions progressivament abundoses. A la tarda-vespre del dia 21, un seguit de tempestes notablement actives va escombrar el litoral i el prelitoral catalans des del sud-oest, al nord-est. El dia 21, el registre de precipitacions assolí 204,4 mm a Puig Sesolles i, entre 70 i 95 mm als altres tres observatoris abans indicats. Va ser la matinada del dimecres 22, cap a les 6 h, quan **el pont del ferrocarril de la línia de rodalia R1** de Barcelona a Maçanet per Mataró, que travessava la Tordera, **va ser arrossegat per la crescuda del riu** (Fig. 31).



*Figura 31: La Tordera arrossega el pont del ferrocarril de la línia de rodalies R1 el dimecres 22 de 2020 (Mercader, 2020)*

Les precipitacions encara van continuar dimecres a la tarda, tot i que amb menor intensitat. En el decurs de dimecres, les precipitacions marcaven 44,9 mm a l'observatori de Fogars de la Selva; 50,5 al de Malgrat de Mar; 100,2 al de Santa Coloma de Farners i encara 116,6 a Puig Sesolles. Les pluges intenses, finalment, **van anar desapareixent** en el decurs del matí-migdia del dijous 23. Al llarg d'aquesta data les pluges es reduïrien a tan sols 6,2 mm a

Malgrat, a 11,1 a fogars de la Selva, tot i que encara assoliren 42,2 a Santa Coloma de Farners i 67,1 a Puig Sesolles.

La situació sinòptica que va provocar aquesta configuració de llevant va ser la **combinació d'un anticicló** inusualment potent a les illes Britàniques, allargat d'oest a est, i **una depressió** al sud de la península Ibèrica. Entre els dos centres d'acció, un gran gradient de pressió és el que va provocar el temporal de llevant.

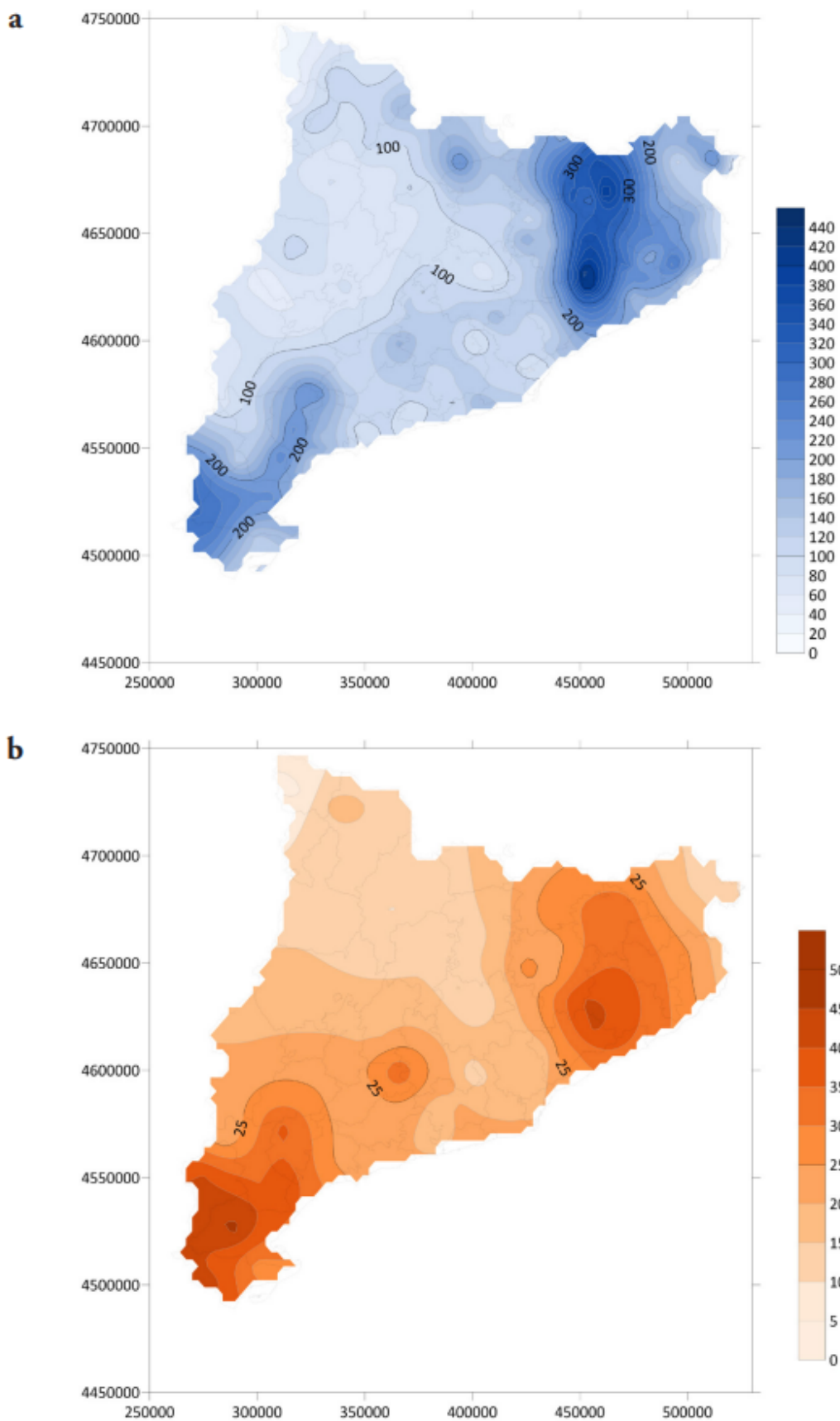
Al llarg de tot l'episodi, l'estació meteorològica dins la conca de la Tordera que va registrar una major precipitació va ser la de Puig Sesolles (1.668 m), a tocar del turó de l'Home, amb **430 mm** (XEMA). Seguida d'Arbúcies, amb **355,7 mm** (municipal); la de Sant Esteve de Palautordera, amb **320,2 mm** (XOM); la de Campins, amb **318,5 mm** (XOM); la de Mosqueroles, amb **310 mm** (XOM); la de Breda, amb **299,8 mm** (XOM) i la de Santa Coloma de Farners, amb **284,7 mm** (XEMA). Als casos de Fogars de la Selva es van registrar **163,9 mm** (XEMA) i, al de Malgrat de Mar, **178,1 mm** (XEMA). Així bona part dels registres més elevats van tenir lloc en àrees de capçalera, ja fou de la Tordera mateix o bé dels seus afluents principals (*Taula 1*).

Data	Dia 19		Dia 20		Dia 21		Dia 22		Dia 23		Total de l'episodi	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Malgrat de Mar (conca baixa)	0	0	46,9	26,3	74,5	41,8	50,5	28,4	6,2	3,5	178,1	100
Fogars de la Selva (conca baixa)	0	0	36,1	22,0	71,8	43,8	44,9	27,4	11,1	6,8	163,9	100
Sta. Coloma de Farners (conca mitjana)	0	0	47,0	16,5	95,3	33,5	100	35,2	42,2	14,8	284,7	100
Puig Sesolles -1.668 m- (conca alta)	1,4	0,37	40,9	9,5	204	47,5	117	27,1	67,1	15,6	430	100
Mitjana de precipitació a les 4 estacions pel conjunt de l'episodi	0,4	0,1	42,7	18,6	111,5	41,7	78,1	29,5	31,7	10,2	264,2	100

*Taula 1. Dades de precipitació durant l'episodi a les estacions meteorològiques automàtiques (XEMA) de la conca (19-23 de gener de 2020) (Pavón et al. 2020)*

En el còmput total de l'episodi, es van registrar **més de 100 mm pràcticament a tota Catalunya** durant els tres dies consecutius, que resulten la meitat dels casos que es donen de mitjana a Catalunya cada any. A més, es van superar els 200 mm el dia de més intensitat del temporal, el 21 de gener, quelcom que succeeix menys d'un cas a l'any (0,8) (López-Bustins & Martín Vide, 2020). Al rànquing d'episodis de  $\geq 200$  mm en 24 h de l'estudi de López-Bustins per al període de seixanta-sis anys (1951-2016), el temporal Glòria

Figura 32: (a) Mapa pluviomètric total de l'episodi del temporal Glòria (20-23 de gener) a Catalunya (en mm); (b) mapa de l'aportació pluviomètrica del temporal Glòria al total anual mitjà (en %) (López-Bustins et al. 2020)



ocuparia una modesta 42a posició, quelcom que ens evidencia que aquests episodis de precipitació són més freqüents del que la societat pot recordar; per exemple, mesos abans, a finals d'octubre de 2019, l'Espluga del Francolí (Conca de Barberà), superà àmpliament aquest màxim del dia 21 de gener del temporal (*Fig. 32*). Tanmateix, l'excepcionalitat del temporal Glòria rau en **la duració i la intensitat de l'episodi**, així com les importants destrosses ocasionades al litoral a causa d'un fort temporal marítim arran de les ratxes màximes i sostingudes del vent de llevant.

### 6.3.2 Comportament hidrològic del riu

A conseqüència d'aquest episodi de precipitacions **la Tordera va revenir**. Així ho posen en relleu les dades de les diferents estacions d'aforament de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Per exemple, a Sant Celoni el riu arribà als 150 m<sup>3</sup>/s i, al voltant de migdia del dia 21; va reduir-se momentàniament als 60 m<sup>3</sup>/s on va tornar a créixer al llarg de la matinada del dimecres arribant a un pic màxim de **260 m<sup>3</sup>/s** cap a les 6 h. Als volts de les 10 h baixà fins als 100 m<sup>3</sup>/s i, cap a les 18-20 h se situà per sota dels 50 m<sup>3</sup>/s. S'ha de dir que el cabal mitjà de la Tordera a Sant Celoni és lleugerament **inferior a 1 m<sup>3</sup>/s**. A Fogars de la Selva, l'estació d'aforament s'enfilà fins als 280 m<sup>3</sup>/s el dimarts 21, cap a primera hora de la tarda. Després de davallar un moment als 200 m<sup>3</sup>/s al fil de la mitjanit, experimentà una crescuda al llarg de la matinada del dimecres 22, fins a superar els **500 m<sup>3</sup>/s**, entre els 6 i les 9 h del matí. S'ha de recordar també que el cabal mitjà de la Tordera a Fogars és lleugerament inferior a **6 m<sup>3</sup>/s**.

En el cas del temporal Glòria, si hi ha un element que va intensificar la *torderada*, no va ser només la quantitat de pluja que va caure sinó **la humitat que ja va anar acumulant el sòl de la zona capçalera durant els mesos anteriors**. Posteriorment, el dia 4 de desembre de 2019 es va produir un episodi força més important que el d'octubre perquè es van acumular quantitats de pluja força significatives a la llera de la Tordera.

Aquests episodis van deixar el sòl i els aqüífers carregats d'aigua i, a més, es van produir petits ruixats després de l'episodi de desembre, amb poca acumulació de pluja però suficient per mantenir el sòl humit. El dia 20 de desembre de 2019 es van acumular quantitats d'entre 17 i 21 mm a la conca de la Tordera i també el dia 10 de gener de 2020 s'hi van acumular de 14 a 17 mm.

Llavors ens trobem davant l'evidència que les crescudes han estat més grans inicialment a causa que els sòls estaven força humits i els freàtics ben plens; amb la mateixa quantitat de

pluja les crescudes haguessin estat menys intenses si els sòls estiguessin més secs i els freàtics amb un nivell més baix. La segona constatació és que les pluges persistents dels dies següents donaren lloc a **crescudes molt importants** tant per les precipitacions abundants com per trobar-se el terra ben amarat d'aigua.

Per últim, cal destacar també el temporal marítim, que va ser un altre dels aspectes més destacats de l'episodi, amb onades extraordinàries durant els dies 20 i 21, provocant una afectació generalitzada al litoral i en les seves platges, en molts casos amb danys sense precedents en les últimes dècades.

### 6.3.3 Impactes morfosedimentaris

#### *6.3.3.1 Morfodinàmica litoral*

La platja és una **forma de relleu d'acumulació que presenta una part emergida**: la platja alta o seca, i **una part submergida**: l'avantplatja. En els episodis de temporal com ara el Glòria, l'onatge mobilitza volums importants de sediments des de la platja emergida fins a l'avantplatja, on l'onatge dona forma a barres de sorra. La sorra que és dipositada en la platja submergida és esperable que **es vagi incorporant a la platja alta** en les setmanes posteriors al temporal, sota unes condicions d'onatge moderat. Més problemàtica és la mobilització de la sorra que ha estat desplaçada més enllà del límit de tancament, ja que romandrà en una fondària inabastable pel transport transversal induït per l'onatge. La profunditat de tancament és la fondària màxima fins a la qual és possible que hi hagi interacció i transport de sorra des de l'avantplatja a la platja emergida. Encara que la profunditat de tancament difereix poc entre les platges de la Costa Brava (entre 7,7 i 8,89 m) i les de la Costa Daurada (entre 6,9 i 8,07 m) segons les dades del CIRC (2009), el menor pendent de la plataforma continental a la Costa daurada fa que es comportin com les platges dissipatives, on la longitud de la platja submergida és molt més gran.

Un altre procés morfodinàmic de gran importància per valorar els efectes del temporal és el **transport longitudinal efectuat pel corrent de deriva**. Aquest està induït per l'angle d'incidència de l'onatge i l'orientació de la costa. En el cas del Glòria es va generar un transport longitudinal d'alta intensitat, de direcció nord-est-sud-oest que, per altra banda, és la direcció que predomina al llarg de l'any en la costa catalana.

### 6.3.3.2 Evolució i acreció del delta

En el cas del delta de la Tordera, el riu transportà tones de sediment de volumetria diversa. En total van resultar al voltant de **2.000.000 m<sup>3</sup>/s** de sediments que van caure per la Tordera, l'equivalent a la quantitat que baixa durant **7-8 anys de mitjana**. Producte de la dinàmica fluvial, el delta va créixer més d'un centenar de metres tot generant una barra litoral i una llacuna interior (*Fig. 43*). Fins i tot, el 3 de juny, l'ajuntament de Malgrat va haver d'emetre un decret pel qual es prohibia el bany i els usos lúdics al voltant del delta i la seva llacuna. La mesura obeïa per no garantir, amb total seguretat, les condicions de salubritat adequades per al bany en aigües dolces i, en especial, la situació provocada per la Covid-19 (Ajuntament de Malgrat de Mar, 2020).

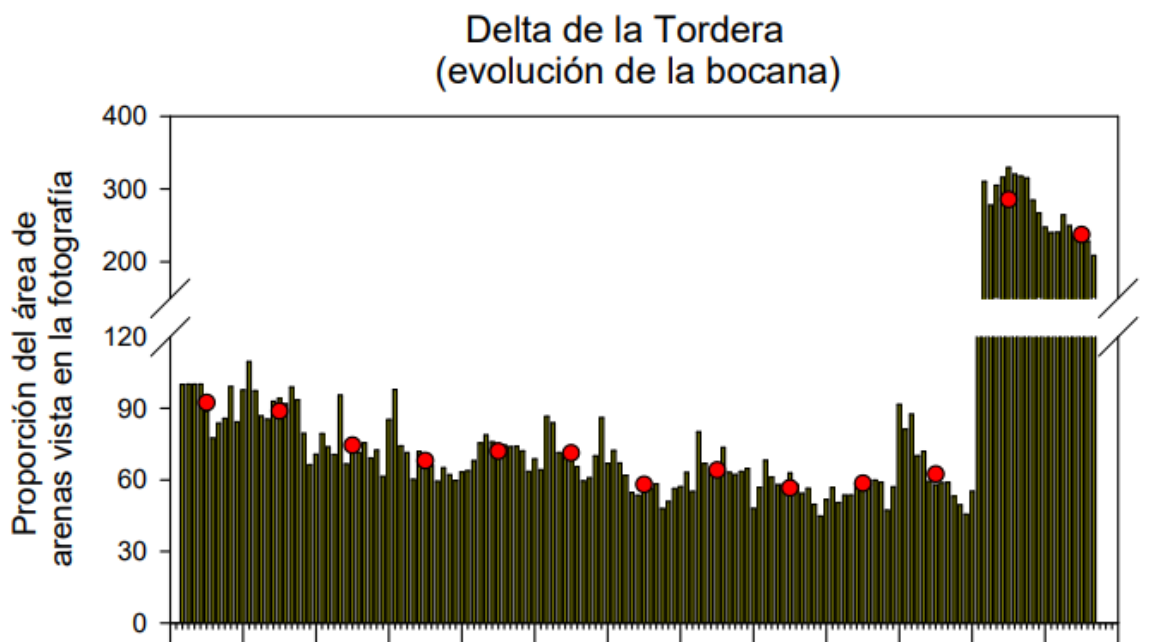
La barra de sediments que separa l'aigua dolça del mar, encara es manté marcada (i continua per sota del mar per la barra de Malgrat) però, un altre cop, el delta va continuar **perdent extensió**. A causa de l'onatge, l'allargada punta que es va formar amb la baixada de sediments va començar a desplaçar aquesta sorra cap al costat sud, la costa de Malgrat de mar, augmentant l'amplada d'aquesta i del delta. Aquesta **repartició de sediments** va ajudar a les platges del voltant atorgant-les els sediments acumulats i donant-les una ocasió per regenerar-se de manera natural.

Malgrat tot, davant la carència d'un altre Glòria o tempesta prou gran per fer baixar aigua i sediments pel riu, temps després, s'ha contemplat com, el delta, continuà pelant-se de sorra fins a haver-hi perdut, avui dia (finals de 2021), **més de 100 m de la longitud** que posseïa l'estiu de 2020.

A continuació s'exposen els gràfics creats amb la metodologia explicada a capítols anteriors. En aquests s'analitzen tres mesures essencials a l'hora de comprovar l'erosió o crecudada del delta: l'àrea de la zona, mesurada en percentatge, amb la imatge inicial de l'anàlisi com a guia (*gener de 2009 = 100%*) (*Fig. 33*); la punta del delta, mesurat en metres gràcies a una regla de tres comparant aquesta mesura amb l'extensió de la caseta d'electrificació (marcada amb una línia vermella) (*Fig. 34*); l'amplada del delta de cara al nord (Malgrat de Mar), també mesurat en percentatge amb una metodologia molt similar a l'Àrea A (*Fig. 35*).

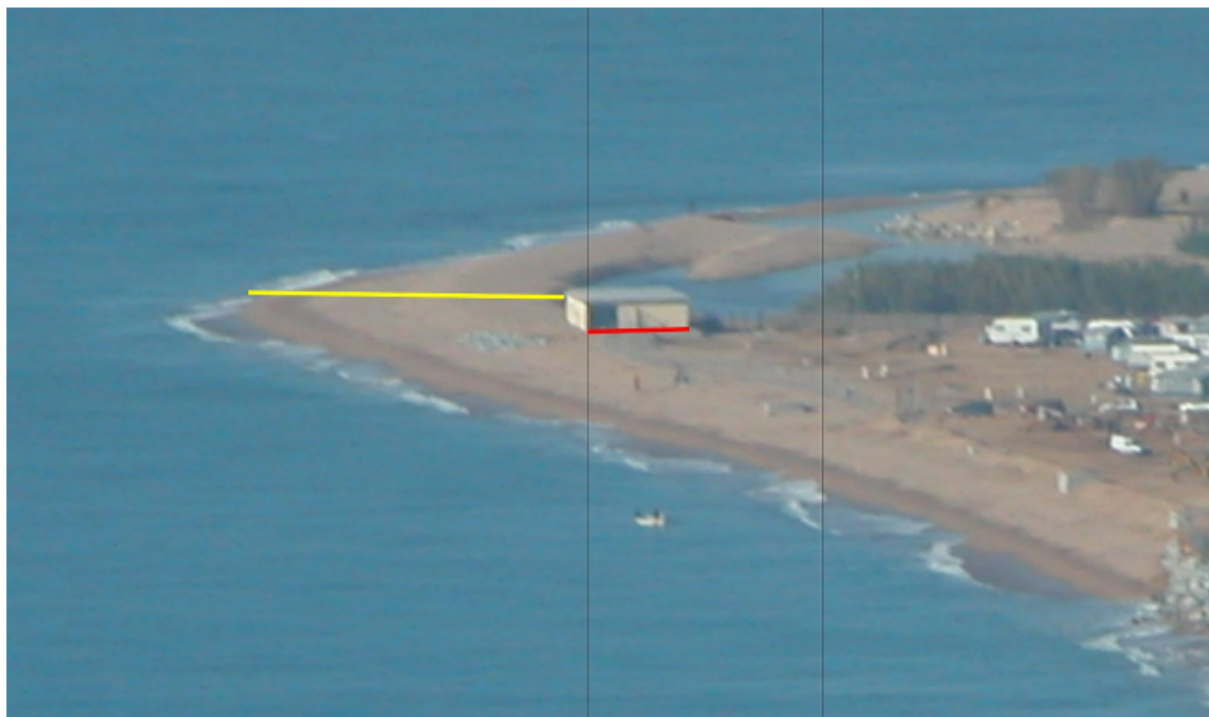


## Área A (en porcentaje) [100% situación medida a 25 Febrero 2009]



*Figura 33: Representació de l'erosió durant els anys 2009-2018 i la creixuda provocada pel Glòria l'any 2020. Mesura de l'àrea del delta (superfície blava, en %) on, agafant la imatge inicial com a patró (= 100%), segons les dades, la mesura mínima (47,92%) es va produir el setembre de 2015 i el pic màxim (329%) el gener de 2020. Font pròpia.*

## Distancia barra de arena-caseta de electrificación (en metros)



### Delta de la Tordera (evolució de la bocana)

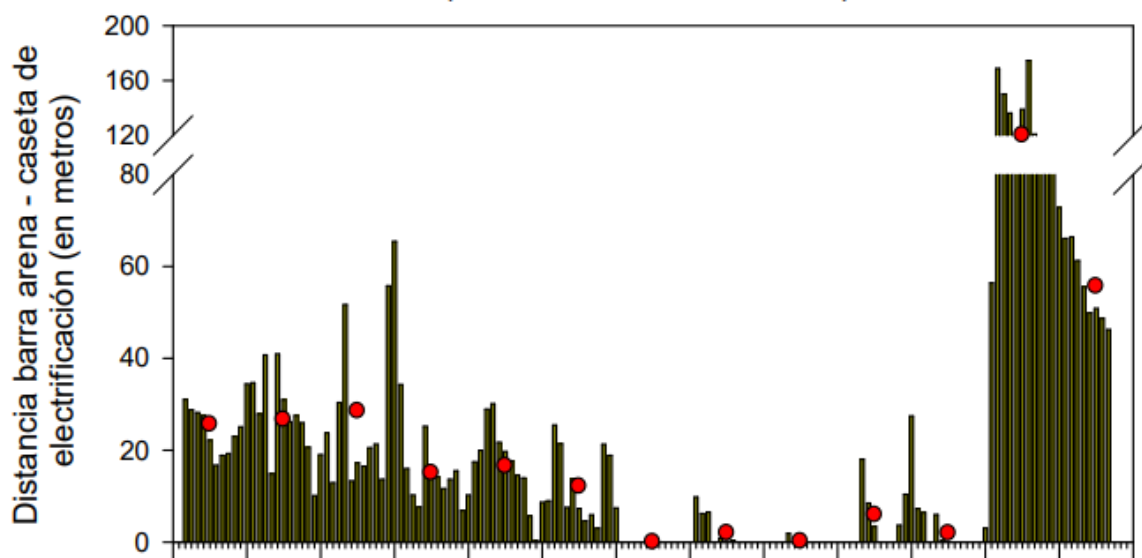
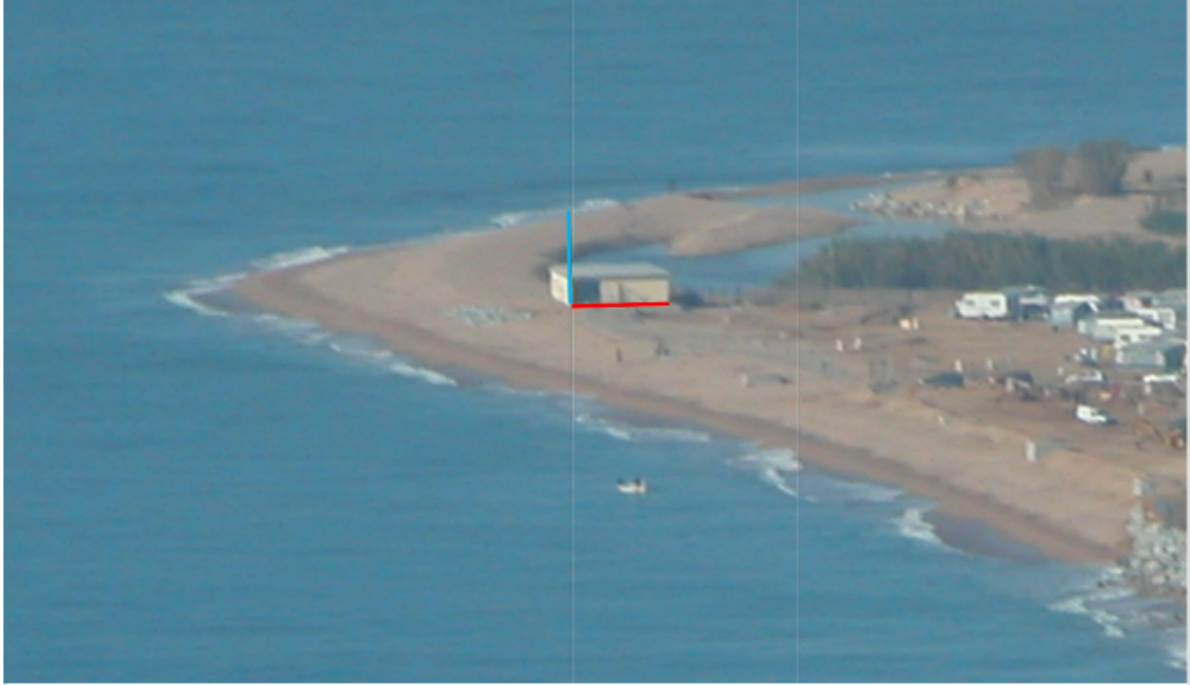


Figura 34: Representació de l'erosió durant els anys 2009-2018 i la crescuda provocada pel Glòria l'any 2020. Mesura de la punta del delta (línia groga, en metres) començant des de la caseta d'electrificació (marcada en vermell). Segons les dades la mesura mínima (0 m) es va mantenir constant durant tot l'any 2015 i la major part de mesos de 2016 fins a 2019. El pic màxim (174,46 m) el juliol de 2020. Font pròpia.

## Distancia C (en porcentaje) [100% situación medida a 25 Febrero 2009]



### Delta de la Tordera (evolució de la bocana)

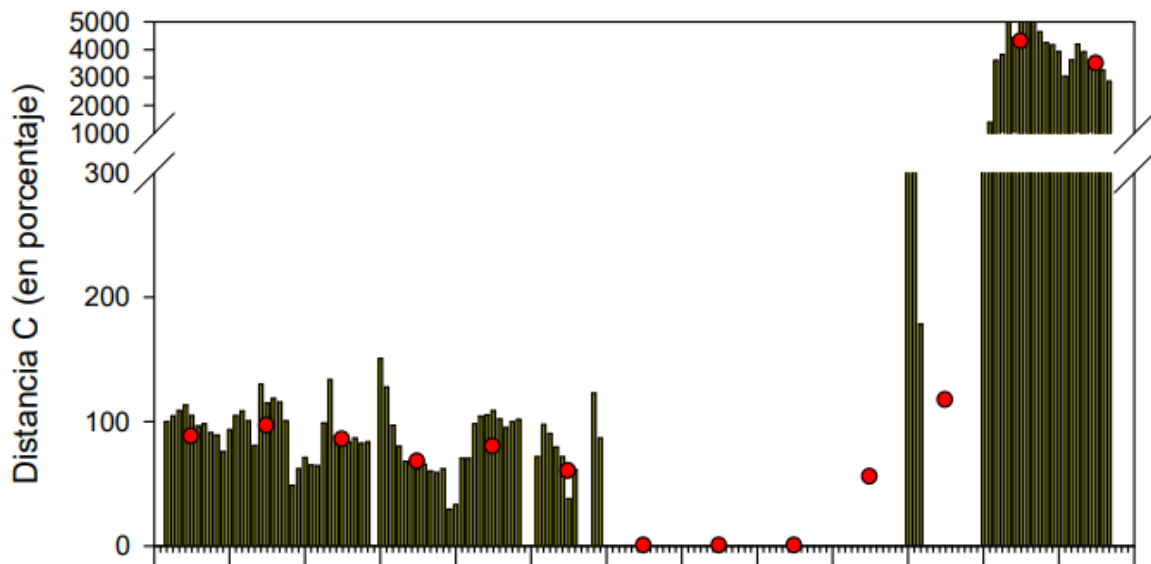


Figura 35: Representació de l'erosió durant els anys 2009-2018 i la creixuda provocada pel Glòria l'any 2020. Mesura de l'amplada vertical del delta de la Tordera (línia blava, en %), agafant com a punt de referència l'àrea de la caseta d'electrificació i la imatge inicial com a 100%. A partir del 2015, la mesura en va mantenir constant (0%), on es trenca la tendència en 2019 (654,81%) i arribant a un pic màxim (558,54%) l'agost de 2020. Font pròpia.

### 6.3.3.3 La memòria dels rius

La major part de les conques han sofert al llarg del temps una **metamorfosi fluvial** gràcies al canvi global que donen lloc a diferents estímuls (erosió, séquies...) Les lleres, en aquest estat, tenen més tendència a l'estabilització gràcies a un **menor dinamisme**. A més l'increment de la pressió sobre el territori, condiona certs impactes com la urbanització o les esculleres; també la vulnerabilitat i exposició canvia el **risc potencial** al llarg dels corredors fluvials. Aquest tipus d'episodis extrems donen lloc a un **efecte de memòria** a partir de l'augment del subministrament i disponibilitat de sediments, i l'amplificació de la càrrega sedimentaria a posteriori (Hinderer). Aquest augment de disponibilitat de sediments pot tenir lloc tant pels processos erosius de les zones de capçalera com pels que es donen en la part baixa de les conques, a partir de la

recuperació de part del corredor fluvial actualment desconnectat, mitjançant, per exemple, la recuperació de canals secundaris i l'erosió de marges i la conseqüent eliminació de la vegetació propera. Aquests processos permeten **recobrar la connexió entre la llera i la zona d'inundació**. D'aquesta manera, malgrat l'estat d'estabilitat de molts rius, no podem oblidar mai la seva "memòria" i la seva capacitat per recuperar part de les seves zones quan els sediments i el cabal arriben als llindars necessaris. La intensitat d'aquests canvis morfosedimentaris, produïts per **esdeveniments extrems**, no estarà condicionada només per la magnitud de l'esdeveniment, les condicions anteriors a aquest o el grau de reactivació sedimentari de la conca, seran factors que poden condicionar la magnitud dels ajustos. D'aquesta manera, respostes hidrosedimentàries extremes poden o no ser les principals causants d'episodis extrems. N'és un clar exemple el Glòria.

En el cas de la Tordera, va haver-hi un increment d'àrees inestables i actives seguint la totalitat dels corredors fluvials al llarg de la conca (Fig. 36).



Figura 36: Processos erosius associats al pas del Glòria: cas de la Tordera (Batalla, Vericat, Farguell, Úbeda & García, 2020)

Abans del Glòria, el riu mostrava una elevada estabilitat, la presència d'àrees exposades era mínim, mentre que després del pas del Glòria s'observen noves àrees actives a la llera. Apareixen noves unitats morfosedimentàries (barres fluvials), s'observen processos d'**erosió lateral** i es redueix considerablement la quantitat de vegetació de ribera.

En general, les fotografies mostren com van **augmentar les zones actives** a partir del pas del Glòria. En conseqüència, van augmentar els processos erosius, van desaparèixer àrees estables, es van recuperar zones de corredor fluvial que el riu, històricament, havia utilitzat per optimitzar el cabal i que actualment, degut a la *metamorfosi fluvial* es consideraven **desconnectades** (o "colonitzades" per l'home) i van aparèixer noves unitats morfosedimentàries.

## 6.3.4 Conseqüències ambientals i socioeconòmiques

### 6.3.4.1 Incidència sobre la vegetació i restes vegetals

La vegetació va ser un dels factors del paisatge més afectats pel Glòria malgrat que a la vegada, va ser el que més ràpidament es va regenerar.

Els efectes de la vegetació darrere la *torderada* de principis de 2020 van ser considerables a l'hora de dir que tota la vegetació del llit menor **va desaparèixer per complet**. La llera va resultar aplanada amb un nivell de graves o sorra segons la zona. L'afectació va variar depenent l'espècie de planta: les halòfiles (aquelles que creixen preferiblement en sòls salins continentals o litorals) van ser totalment destruïdes, als sagrers els hi va afectar de manera intensa i va variar la magnitud als sectors forestals.

Els sectors de muntanya rarament van quedar afectats amb els arrossegaments d'aigua. Van ser principalment les arrels que van quedar descalçades i molt tocades pels cops de rocs que arrossegava l'aigua la seva afectació més destacada.

A partir d'aquests fets van sortir conseqüències a moltes platges, sobretot aquelles situades a les proximitats de la desembocadura de rius i rieres, ja que, aquests **van acabar traslladant quantitats enormes de troncs, branques, algues, peixos morts, plàstics i antre altres tipus d'objectes**.

Molts ciutadans es van oferir al voluntariat per retirar els materials més nocius de la zona, com eren els plàstics i els objectes de metall o vidre. Després del Glòria, molts ajuntaments van

organitzar jornades de neteja per retirar els materials acumulats. Les restes vegetals foren les més voluminoses. Van ser retirades amb maquinària pesant i generalment van quedar acumulades en pilots al llarg de les platges per a ser cremades sobre el mateix sorral. A Blanes, per exemple, es van recollir més de **30 tones de residus** que es van separar en fraccions diferents per facilitar-ne el posterior reciclatge. Entre totes les restes recollides, destacaren: troncs, branques, fulles, canyes i pinyes, tot i que també es van trobar gran quantitat de plàstics i microplàstics (*Fig. 37*).



*Figura 37: Passeig litoral de Cambrils, 21 de gener de 2020 (Ruíz, 2020)*

#### *6.3.4.2 Conseqüències socioterritorials*

El temporal va causar la **inundació de gran quantitat d'hectàrees** fent malbé infraestructures i equipament públics, naus, mobiliari urbà... que va significar la suspensió temporal de serveis educatius, el tancament d'equipament i molt fronts marítims van sortir afectats.

Per exemple, donant una xifra orientativa, després de dies i setmanes dels fets, la comarca de la Selva va oferir 70 milions d'euros com a **balanç econòmic** davant els provisionals danys per tota la comarca, quelcom bona part van ser de la conca torderenca. Al cas del Maresme, cap a finals

de gener, els danys es valoraren al voltant de 25,5 milions d'euros als tres municipis riberencs de la conca de la Tordera: Malgrat de Mar, Tordera i Palafolls.

El dany a infraestructures més destacat va ser el doble **esfondrament dels dos ponts contigus de la Tordera** (Fig. 31), situats a 2 km de distància de la desembocadura del riu: el de la carretera veïnal que donava continuïtat a la BV-6001 (província de Barcelona) i la GIP-6831 (província de Girona) i el ferroviari, pel qual circulava la línia de rodalia R1 de Barcelona a Maçanet-Massanes. Tots dos ponts van col·lapsar parcialment la matinada del dimecres 22 de gener de 2020, un dels moments on el cabal del riu es trobava en el seu punt àlgid. El pont viari, que unia les localitats de Malgrat de Mar i Blanes, ja havia patit d'altres *torderades* com la de 1960. Hi circulaven diàriament 8.000 vehicles.

En el cas del pont ferroviari, la revinguda provocà l'**enfonament** d'una de les 14 piles que el conformava. Per aquest pont creuaven 35 trens en cada sentit i tampoc era la primera vegada que es veia afectat per la crescuda del riu. N'hi ha constància de, el desembre de 1943, quan part del pont es va veure arrossegada.

La construcció d'un nou pont viari per la via d'urgència, executat per l'empresa COPISA, va tenir un cost de 5,3 milions d'euros i una duració de nou mesos i vint dies. Per part del pont ferroviari, l'ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) va procedir a la seva reconstrucció amb un cost de 8,6 milions d'euros.

A part dels dos ponts inicials, estrall més reconegut i difós pels mitjans de comunicació, els danys van arribar a afectar a la **dessalinitzadora de la Tordera**, ubicada a la riba d'aquesta. La infraestructura va entrar en funcionament el 2002 amb l'objectiu de reduir la sobreexplotació dels aqüífers de la Tordera. El pas del Glòria va provocar el trencament del mecanisme intern de la dessalinitzadora, amb les canonades i cablejat mig arrossegats pel riu. En conseqüència, el funcionament de la infraestructura va quedar paralitzat fins a la seva reparació. Aquesta va tenir un cost total de 5 milions d'euros i no va tornar a engegar-se fins al 8 de juliol d'aquell mateix any. Durant el temps que va estar fora de servei, es va aconseguir evitar la sobreexplotació dels aqüífers de la Tordera.

Tampoc es poden obviar les **afectacions del temporal marítim i l'onatge a la costa i port de Blanes** (Fig. 38). Durant l'estiu la Generalitat va aprovar 2,4 milions d'euros destinats a la reparació urgent dels danys estructurals que va patir el dic de recer.



*Figura 38: Destrossa del port de Blanes després del pas del Glòria (González, 2020)*

En altres localitats, els passeigs marítims més afectats també van ser aquells que es trobaven construïts directament sobre la sorra de la platja, ja que el temporal els va aixecar deixant l'estructura en fals. Aquestes destrosses a la costa es deuen a la **falta de la funció de protecció** que pateixen moltes platges que va comportar l'impacte directe de l'onatge sobre els passeigs.

#### *6.3.4.3 Impacte a zones agràries*

Per part de les zones agràries, la més afectada amb diferència al voltant de la conca de la Tordera va ser a les poblacions situades a la seva **plana deltaica** com són Malgrat de Mar i Palafolls. Per culpa del temporal, una de les zones amb més producció agrícola de Catalunya es va veure afectada. Centenars d'hectàrees de cultius d'enciams, escaroles, patates i bledes van quedar malmesos. També van sortir afectats les **infraestructures agràries** com els sistemes de regadiu, hivernacles i altre tipus de maquinària.

En total, el desbordament del riu va inundar **326 hectàrees de conreus** a Blanes, Malgrat de Mar, Palafolls i Tordera. Fou Malgrat de Mar el municipi més afectat amb 120 d'aquestes hectàrees; seguit de Palafolls, amb 110; Blanes, 62, i Tordera, amb 34.

Els danys total del desbordament als camps va ser calculat al voltant dels 2,6 milions d'euros.



A Catalunya, en general, una de les inundacions més notòries provocades pel temporal va ser la **parcial inundació del delta de l'Ebre** (Fig. 39). La borrasca va comportar un fort augment del cabal del riu de manera que la zona va patir una forta inundació per partida doble: el desbordament del riu en certs punts unit a la inundació de la costa a causa de l'onatge. Un total de 2.628 hectàrees de conreus van sortir afectades, amb unes pèrdues estimades d'1,7 milions d'euros.



Figura 39: Imatge de satèl·lit del delta de l'Ebre durant el Glòria (Blay & Àvila, 2020)

#### 6.3.4.4 Fauna a la Tordera

Després de la tempesta, per culpa de la gran crescuda de la delta amb la formació d'una llacuna interior que separava l'aigua dolça de la salada mitjançant una barra de sediments, moltes aus migratòries van arribar a parar a la zona, que havia guanyat més espai que mai. El fet més destacat va ser l'aparició d'una **bandada de flamencs** (un grup de 47 en total), alimentant-se al tram final del riu Tordera (Fig. 40).

Segons els ornitòlegs, en ocasions comptades s'havia arribat a veure un flamenc solitari o si de cas una parella però mai una quantitat tan nombrosa. Aquest grup va arribar a principis d'abril de 2020 tant a Tordera com a més al nord de la comarca.

La delta es troba en un **punt estratègic per a les espècies que es troben de pas** i pugen o baixen cap al centre i nord d'Europa i les planes russes. Des del pas del Glòria s'han arribat a

documentar un total de 160 a 170 d'espècies diferents d'aus. Es tracta d'una xifra molt rellevant, més tenint present que a Catalunya en tota la història s'han vist al voltant de 400 espècies d'aus diferents. Les de la llacuna, per tant, suposen més del 40% del total.



*Figura 40: Fotografia del 7 d'abril de 2020, on una bandada de 47 flamencs van passar el dia alimentant-se al delta de la Tordera (Una bandada de 47 flamencos visitaron el delta de la Tordera, 2021)*

## 7. DISCUSSIÓ

En conclusió, el Glòria va ser un temporal molt **extens** (va afectar sencera la Península), **intens** (amb precipitacions de més de 300 l/m<sup>2</sup>, onades de 3-5 m, cabals de fins a 500 m<sup>3</sup>/s i ventades de 70-80 km/h) i molt **durader** (quatre dies).

Aquest temporal, en caure sobre un model d'ocupació anàrquic i poc planificat ha provocat **greus conseqüències tant ambientals com econòmiques**. Conseqüències que no van acabar encara pitjor gràcies als sistemes de protecció civil, bombers i vigilància, que van actuar correctament davant els serveis públics.

Ara llavors, passat el temps, ens hauríem de considerar irresponsables i totalment ignorants si no haguéssim après certes **llicons** d'aquest episodi "excepcional".

En primer lloc, mai ens hem preocupat massa per ocupar els espais que formen part dels processos biofísics que segueix la naturalesa per complir amb les seves funcions arcaiques:

- **Els rius són rius** (a més a més de proporcionar-nos aigua, el seu cabal aporta nutrients i sediments al mar, entre altres elements).
- **Els litorals són litorals** (a més a més d'oferir-nos un espai per col·locar les tovalloles, ens protegeixen de mar esmorteint una energia que l'ésser humà no podrà dominar mai).
- **Els deltes són deltes** (a més a més de ser sòls fèrtils, actuen com a planes d'inundacions quan les lleres fluvials no poden desplaçar l'aigua que ha caigut sobre elles).

Els rius, els litorals i els deltes són sistemes naturals dinàmics y connectats, uns hàbitats que allotgen ecosistemes mil·lenaris; no entendre-ho és posar-nos a nosaltres mateixos i a la resta de persones en risc (Sardá, 2020).

A causa de la destrossa que va provocar el Glòria, aquest fet va ser nomenat com a "**catàstrofe**". A la zona de la Tordera es van inundar no menys de 807 hectàrees, afectant les poblacions de Blanes, Malgrat de Mar, Tordera i Palafolls. A altres zones de Catalunya, com el Delta de l'Ebre, la mar va arribar a penetrar fins a 3 km endins negant fins a 3.000 hectàrees de camps d'arròs i fent

desaparèixer la barra del Trabucador. En el País Valencià, els desbordaments de rius i barrancs van afectar 500 hectàrees, provocant la pèrdua de collites, afegides a les 132.000 tones de crífic caigut pel vent i 7.000 hectàrees d'hortalissa malmeses.

Però, els deltes i aiguamolls són planes fèrtils on, històricament, han desenvolupat les seves activitats agrícoles persones que coneixien el medi; **durant els últims 5.000 anys**, aquestes zones han patit de **torderades** que inundaven repetidament els camps i res indica que no es tornin a repetir en el futur. Al cap i a la fi, el Glòria va ser un **procés dinàmic inevitable** i que no va portar únicament desgràcies. A la llarga, les platges van tenir la seva ocasió per regenerar-se, va aparèixer molta més biodiversitat a la costa i, pel que fa als camps, la part positiva de les inundacions és que s'aporten matèries orgàniques que fertilitzen el terreny i donen lloc a millors collites.

El problema de tot això es troba més relacionat a l'hora d'**industrialitzar o ubicar en aquests espais activitats industrials** o terciàries. Aquestes accions ens situen premeditadament a una zona de risc on no resultem gens immunes a les conseqüències.

Llavors, en segon lloc, per culpa d'aquestes ocupacions, hem **desnaturalitzat en excés** els nostres sistemes naturals. Hem estret platges, rius, deltes, zones de llacs i, en general, qualsevol aiguamoll. En molts rius i deltes, les zones afectades es troben a alguns quilòmetres aigua en dalt, més que a la desembocadura, on les zones inundables ja es troben ocupades. Les utilitzem per a les nostres necessitats humanes, oblidant les seves funcions ambientals, **com si no tinguessin menor importància**.

El riu és responsable de formar les platges arrossegant sediments al mar; el riu aporta nutrients que són indispensables per a la productivitat de la zona costanera; el riu forma un cabal ideal i conforma un hàbitat natural per a una infinitat d'espècies que compleixen nombroses funcions a la naturalesa; el riu canalitza l'aigua i ens permet tenir terra ferma al seu voltant.

**Un riu no és només per beure**, per collir, per refredar calderes o per introduir en productes de consum.

Un fet interessant és que, avui dia **no es permet** la construcció de cap infraestructura o càmping a zona inundable. Les directives d'inundacions de la Unió Europea (Directiva 2007/60 d'Avaluació i Gestió dels Riscos d'Inundació) prohibeixen donar llicències en espais amb risc d'inundació. El

cas és que, al país on vivim, encara es mantenen ritus del passat on, per la llei de costes, no es tenen concessions històriques de 70 anys enrere; llavors aquesta llei no pot, al no comptar amb suficient suport econòmic, retirar aquestes concessions en particular. Mentre això succeeix, encara queden llicències d'activitat de càmping o agrícola a zones inundables, malgrat que avui dia no les podrien posseir; però són rèmores del passat.

En tercer lloc, aquesta gestió inapropiada és avui una **gestió impròpia**. Les directives i les recomanacions europees sobre el medi natural canviaren la seva filosofia i els seus objectius a finals del segle passat i, per tant, també canviaren les lleis.

Les directives es defineixen com **actes legislatius** on s'estableixen objectius que tots els països de la UE han de complir. Però, correspon a cada país elaborar les seves pròpies lleis per assolir aquests objectius. El procés de passar una directiva a una pròpia llei regional o estatal, sol tenir un marge de temps d'entre 3 o 4 anys.

La directiva que s'encarrega de tota la gestió dels rius s'anomena Marc d'Aigua (DMA, Directiva 2000/60/CE). Va entrar en vigor el 22 d'octubre del 2000 i els països de la UE haurien d'incorporar-la al Decret Nacional com a molt el 22 de desembre de 2003. Va néixer a partir de la creixent pressió a la qual es troben sotmeses les aigües de la Comunitat Europea gràcies al continu creixement de la demanda, de bona qualitat i en quantitats suficients per a tots els usos. Va sorgir la **necessitat** de prendre mesures per protegir les aigües tant en termes qualitius com quantitius i garantir així la seva sostenibilitat.

Els principals objectius per aconseguir un "**bon estat**" dels rius, llacs i aigües subterrànies consisteixen en:

- La protecció de totes les formes d'aigua (superficials, subterrànies, continentals i de transició).
- La regeneració dels ecosistemes de dins d'aquestes masses d'aigua i els seus voltants.
- La reducció de la contaminació a les masses d'aigua.
- La garantia d'un ús sostenible de l'aigua per part de particulars i empreses

Un dels factors que determina el bon estat ecològic és l'anomenat **cabal ecològic dels rius**. D'acord amb la Directiva europea, tots els rius europeus han d'avaluar quin és el seu cabal ecològic.

A la Tordera hi ha un cabal ecològic calculat (**120.000 m<sup>3</sup>/s**) per l'**Agència Catalana de l'Aigua** (ACA) i, segons aquest, hauria de baixar aigua per la Tordera sempre. El fet que pel riu no circuli aigua fins i tot durant set mesos, significa **estar en contra de la directiva**. Malgrat que la xifra del cabal està calculada com un mínim (el cabal suficient perquè el riu conservi la seva estructura i funció de l'ecosistema aquàtic), és massa baix i, amb aquestes quantitats de cabal, no es mobilitza suficient sediment i s'haurien d'esperar a les pluges per treure-hi sorra. No es compleix amb la regulació, quelcom que s'hauria de recomanar a l'ACA que tornés a calcular el cabal ecològic de la Tordera per a fer possible que hi baixi aigua sempre i, malgrat que sigui poca, les partícules de sediment del riu sí que es mourien igualment i es podria emplenar l'aqüífer subterrani i així haver-hi cabal durant la tardor, per exemple.

Llavors, **els aqüífers**, són de crucial importància a l'hora de parlar sobre la Tordera. En aquest riu, es compta amb no només un, sinó dos aqüífers, un d'ells superficial i l'altre profund. Això vol dir que l'aigua que passi pel riu pot baixar fins a un nivell superficial i també a nivell més profund, malgrat que només es donaria aquest cas a les sequeres més fortes. Llavors, com a màxim, l'aqüífer podria baixar fins a 3-4 metres. Aquests metres, per tota l'àrea del delta **ha d'estar emplenada un altre cop d'aigua perquè comenci a sortir per la llera del riu** i, si no hi ha cabal, no hi ha aport sedimentari. Això provoca l'erosió de la costa, cas que estem tornant a ser testimonis després de la tempesta Glòria.

D'aquesta manera la Directiva d'inundacions assenyala que vigilem molt o, directament, que no permetem activitats a zones inundables. La Directiva d'hàbitats estableix que mantinguem els ecosistemes funcionals. La Directiva sobre l'estratègia marina disposa que garantim el bon estat mediambiental dels litorals...

Y nosaltres, com si sentíssim ploure, limitant l'aplicació d'aquestes normes a la mínima expressió, amb el qual **falsegem el seu compliment**.

En conseqüència, la desembocadura de la Tordera **es troba excessivament modificada**. Ha perdut la seva zona d'inundació, característica dels ambients deltaics i ja no pot retenir els sediments que baixen pel riu. En aquestes circumstàncies, les obres de canalització i els espigons van accelerar el procés erosiu del Delta i començaren a deixar descoberta la sorra que portava allà compacta centenars d'anys.

Totes aquestes normes recomanen o obliguen a realitzar una gestió adaptada a l'ecosistema on ara desenvolupem activitats que afecten el medi natural, quelcom no s'apliquen. Ja fa deu anys, Espanya subscriuí un document vinculant que obligava a realitzar una gestió integrada de les zones costaneres del litoral mediterrani, document que no s'ha implementat. És evident, doncs, que **no entenem la nostra relació amb la naturalesa**.

El Glòria va ser descrit com un episodi “**excepcional**”, però ha de ser descrit d'aquesta manera entre cometes. Es va parlar molt sobre el **canvi climàtic** i com el Glòria podia ser una conseqüència d'aquest.

El canvi climàtic respon a una **tendència d'escalfament global** basada en dades irrefutables; el balanç energètic Terra-atmosfera es troba alterat: la calor de la superfície terrestre augmenta i, proporcionalment, la temperatura de l'atmosfera, la temperatura del mar i l'evaporació; els sòls gelats es redueixen, en conseqüència, creix el nivell del mar..., i això desencadena fenòmens dels quals tenim una àmplia certesa.

Els models climàtics del futur ens indiquen que els episodis extrems seran més freqüents a curt, mitjà i llarg termini; basta amb veure l'**Informe de riscos globals** del Fòrum Econòmic Mundial de Davos d'aquest any per sortir de dubtes (Fig 41; Fig. 42).



Figura 41: “Top 10 riscos per els pròxims 10 anys, Perspectiva de riscos a llarg termini: Probabilitat”. Font: Global Risks Report 2020 - Reports - World Economic Forum (weforum.org)

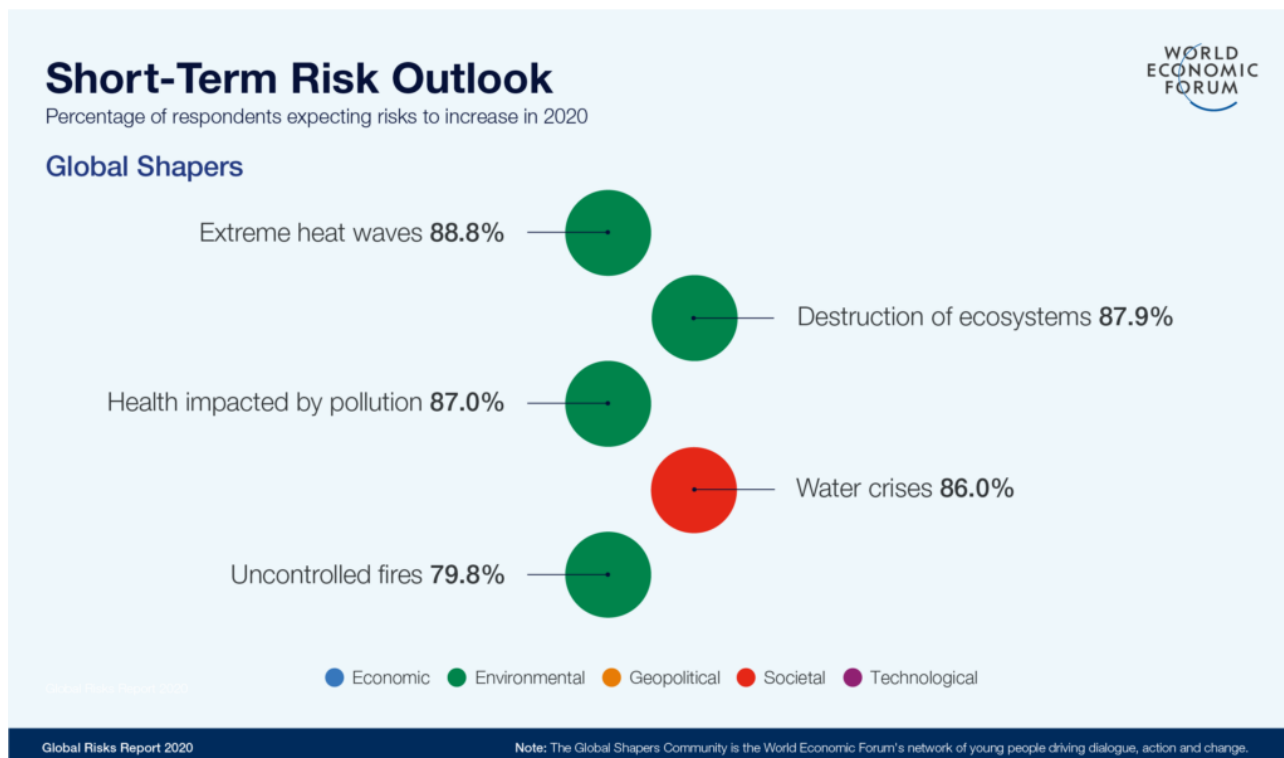


Figura 42: “Perspectiva de riscos a curt termini: enquesta de percentatge de riscos que s’espera que creixin en 2020” (The Global Risks Report 2020, 2020)

El canvi climàtic ja ha fet **augmentar la temperatura de la Terra un grau** en els últims 250 anys i els models climàtics ens indiquen que, d’aquí a 25 anys, la temperatura de la Terra **s’incrementarà un grau més**. Esdevindran temporals més fort i més freqüents, alternats amb períodes de séquia. Per tant, no hauríem de descriure el Glòria com un episodi “excepcional”, sinó simplement “inusual”.

Avui dia es poden veure les **repercussions a curt termini**. La llacuna interior rodejada per una barra de sediments que es va crear durant el temporal al Delta de la Tordera, malgrat que avui dia es manté marcada (i continua sota l’aigua per la barra de Malgrat), **ha perdut més de 100 m** a la punta des de l’any passat i, en els pròxims mesos, si no baixen més sediments, continuarà desapareixent; succés que conduirà, un altre cop, a un inevitable retrocés. Si no esdevé un altre Glòria i es continuen mantenint les circumstàncies ambientals actuals, la llacuna perirà. Malgrat tot, el temps el qual podem tardar per tornar a la situació de 2015 no es troba ben bé determinat. Després de la crescuda del 2020, no es va tornar a repetir cap tempesta semblant, llavors, actualment tot depèn de les actuacions antròpiques pròximes per aconseguir el cabal ecològic ideal pel riu.





*Figura 41: Creixement de la desembocadura de la delta de la Tordera. Es veu clarament com la barra litoral ha donat lloc a una llacuna interior que, temporalment, es trobarà separada del mar (Ajuntament de Malgrat de Mar, 2020)*

Davant aquesta situació, continuar amb la mateixa tendència d'actuació **no resulta una opció viable**. Són imprescindibles nous models de Governança costanera que han de ser introduïts per superar les nostres antiquades maneres de fer. Mentrestant, les dolentes decisions preses aquests anys al litoral ens afecten i ens afectaran tard o d'hora. Amb el relacionat del canvi climàtic, més del 95% dels efectes produïts per aquest a la costa es culpa nostra. **Som nosaltres els que, amb les nostres actuacions, ens hem exposat i tornat més vulnerables.**

El problema és que, malgrat que tornés a caure pluja suficient per aconseguir el mínim cabal, les extraccions d'aigua continuen al delta. En conclusió, la millor i més visible **solució a llarg termini** perquè la projecció de la Tordera es mantingui molt de temps és **que se suspenguin aquestes extraccions tan fortes dels aquífers per part de la dessaladora**. Donant un exemple, si d'alguna manera, no s'incrementessin excessivament els preus de l'aigua per l'energia que es necessita per dessalar l'aigua de mar i es pogués balancejar aquestes extraccions de l'aquífer amb aigua que ve de la dessaladora, sense incrementar el cost pels ciutadans, no faria falta sobreexplotar tant la zona, ja que es contaria amb un mecanisme alternatiu. Consegüentment, aquest no-sobreexplotació de l'aquífer faria que, en condicions normals, a la tardor, l'aigua que vingués del Montseny, ja fos **suficient per començar a treure sediments per la barra**, situació gairebé impossible de veure avui dia.

Segons tot el que s'ha exposat, sembla lògic el següent corol·lari: com a societat, hem d'aprendre a canviar el nostre model de relació amb la naturalesa com més aviat millor per evitar que aquesta ens passi factura tard o d'hora. I es que **la naturalesa pot perviure sense l'home, però l'home no pot fer-ho sense ella**.

## 8. CONCLUSIÓ

En resum, el delta de la Tordera és un lloc popular entre Blanes i Malgrat de Mar. Com a delta, s'ha de recalcar que es tracta d'una **zona dinàmica**, no són estructures fixes, per tant, podem concloure en què són susceptibles als canvis en funció a les actuacions del medi ambient al seu voltant. Durant les últimes dècades, les costes han estat en un procés erosiu influenciades per la sobrepoblació en aquests espais on, gràcies a la negligència humana, es va donar una terrible gestió de la zona on es prenia compte únicament de la funció recreativa de la platja per tal de beneficiar els turistes i, sobretot, a nosaltres mateixos.

Però **no tot és negatiu**. Amb l'aparició del Glòria l'any 2020, es veieren circumstàncies molt puntuals (potser ocorren cada 40 o 50 anys) on va haver-hi tota mena de canvis gràcies al dinamisme d'aquests espais. Durant les primeres setmanes només es destacaven les grans desgràcies: la pèrdua de la via del tren, inundacions a incomptables camps, la manera en què es van quedar els càmpings locals... Va haver-hi una greu demanda econòmica també. Però, a la llarga, gràcies a la tempesta vam veure com, els rius de tota Catalunya revingueren i, les platges, sobretot a la part nord del Maresme i la zona de Blanes, els hi arribaren sediments de sobra per recuperar-se de l'enorme pressió a la qual foren sotmeses durant dècades. Després de totes les desgràcies, aquesta fou la part beneficiosa, ja que, la platja, a més de suposar un gran percentatge de l'economia del nostre país, representa un territori clau pel medi ambient.

Aquests canvis sobtats, malgrat ser considerats "puntuals", són característics de la zona i, acceptar-los, és un dels **principals missatges del Glòria**.

Malgrat tot, és recomanable **no relaxar-nos** ara que el delta ja no es troba en perill imminent. La zona ha tornat a agafar tendència d'erosió i, actualment, les millors solucions són aplicar de manera honesta els decrets de protecció de rius i masses d'aigua de la Unió Europea i no sobreexplotar els aqüífers. En aquesta seria molt recomanable, utilitzar les tecnologies viables, com la dessaladora, per controlar-la, no només per la no-utilització de l'aqüífer, sinó també reclamar una millor gestió de l'aigua als municipis que s'abasteixen d'aquesta. Sol·licitar a l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) que fes una **millor gestió de la conca de la Tordera** perquè, definitivament, puguem veure cabal al riu de forma reiterada, transportant sediments perquè les nostres platges puguin tornar a complir la seva funció per complet.

En conclusió, hem d'**admetre els nostres errors del passat**. Ens vam aprofitar massa dels beneficis de la costa, l'hem malmès i espatllat pel nostre benefici sense tenir en compte com perjudicariem les properes generacions.

La naturalesa sempre va estar preparada per satisfer les nostres necessitats, però no la nostra cobdícia. Per tant, és hora de començar a **prendre consciència** al més aviat possible, ja que, la manera més ràpida d'acabar amb el món, és acabar amb la naturalesa que habita.

## 9. AGRAÏMENTS

Volia donar agraïments per aquest treball a les persones que m'han ajudat i m'han donat suport durant tot aquest temps d'esforç. El curs actual que estem cursant no és gens fàcil i, sense aquesta gent, aquest treball no podria haver-se donat, ni de lluny.

Primerament, volia mencionar al meu tutor del CEAB. Va ser ell qui em va donar la idea del tema del delta i qui em va guiar i donar suport durant tot aquest procés. Em va atorgar la informació necessària en cada moment i em va explicar conceptes que, sense els seus aclariments, mai hi hauria entès (i encara menys incloure'ls al treball). Van ser molt beneficioses les seves recomanacions i propostes, que van ajudar a no desviar-me en cap moment i, de fet, incloure informació encara més interessant.

A continuació m'agradaria agrair a la meva professora de TdR a l'institut. Va ser generosa amb les nostres entrevistes, exhibia una gran comprensió del tema parlat i, el seu compromís va contribuir a la millora del redactat i l'estructura.

Per últim també vull agrair als meus companys i la meva família. Com he mencionat al principi, aquest any escolar està resultant feixuc per tothom i, sense el suport emocional que em proporcionaven diàriament, hauria estat massa difícil portar a terme l'obra que esteu llegint.

Moltes gràcies, de debò, a totes les persones mencionades. Us mereixeu la vostra part del reconeixement.

## 10. BIBLIOGRAFIA

*Agua de buena calidad en Europa (Directiva sobre el agua)* (2021, 9 de Setembre) EUR-Lex, El acceso al Derecho de la Unión Europea [en línia]. [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128002b>>

Baquero, F (2020, 25 de Novembre) Adif reabrira el tramo Malgrat-Blanes casi un año después de los destrozos del temporal Gloria [en línia] *Crónica Global* [Consultat el 3 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/adif-reabrira-tramo-malgrat-blanes-casi-ano-despues\\_411516\\_102.html](https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/adif-reabrira-tramo-malgrat-blanes-casi-ano-despues_411516_102.html)>

Batalla, R. J., Vericat, D., Farguell, J., Úbeda, X. & García, C. (2020, juny) *Processos hidrològics i geomorfològics als rius: context i exemples per a interpretar la seva resposta a episodis d'alta magnitud com el Glòria*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 55-87.

BBC News Mundo (2020, 4 de Març) Cómo la mitad de las playas de arena del planeta corren el peligro de desaparecer (y qué países de América Latina serán los más afectados) [en línia] *BBC News* [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-51721393>>

Blay, J. & Àvila, A. (2020, Juny) *Els efectes del temporal Glòria: una mostra de la necessitat d'actuació urgent al delta de l'Ebre*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 163-189.

*Borrasca Gloria* (s. f.) [en línia] AEMET, Agencia Estatal de Meteorologia [Consultat el 4 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[http://www.aemet.es/es/conocermas/borrascas/2019-2020/estudios\\_e\\_impactos/gloria](http://www.aemet.es/es/conocermas/borrascas/2019-2020/estudios_e_impactos/gloria)>

*Borrasca Gloria* (2021, 25 d'Agost) [en línia]. Wikipedia [Consultat el 4 de desembre de 2021]. Disponible a Internet: <[https://es.wikipedia.org/wiki/Borrasca\\_Gloria](https://es.wikipedia.org/wiki/Borrasca_Gloria)>

*Butlletí Climàtic Mensual. Gener de 2020* (2021, 19 de Febrer). Servei Meteorològic de Catalunya [en línia]. [Consultat l'11 de desembre de 2021] Disponible a Internet:

<[https://static-m.meteo.cat/wordpressweb/wp-content/uploads/2021/03/01155113/Butlletí-Gener2020\\_v2.pdf](https://static-m.meteo.cat/wordpressweb/wp-content/uploads/2021/03/01155113/Butlletí-Gener2020_v2.pdf)>

*Caudal Ecológico* (2020, 23 de Novembre) Wikipedia [en línia] [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal\\_ecológico](https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_ecológico)>

*Cataluña* (2021, 28 de Desembre) [en línia] Wikiwand [Consultat el 28 d'octubre de 2021]. Disponible a Internet: <<https://www.wikiwand.com/es/Cataluña>>

Cascante Torrella, M. (2020, 9 d'octubre) *El delta de la Tordera: esclat de vida després del pas del Glòria* [en línia]. Betevé [Consultat el 20 de setembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://beteve.cat/medi-ambient/delta-tordera-borrasca-gloria/>>

Cedó, F. (2013, 3 de Desembre) La Generalitat refuerza el dique del puerto de Blanes [en línia] *La Vanguardia* [Consultat el 30 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.lavanguardia.com/local/girona/20131203/54395145213/blanes-generalitat-refuerza-dique-puerto-contra-temporales.html>>

Cerrillo, A. (2020, 21 de Setembre). El delta del Tordera: el paraíso inesperado. [en línia]. *La Vanguardia* [Consultat el 28 d'agost de 2020] Disponible a Internet: <<https://www.lavanguardia.com/natural/20200921/483586830175/delta-desembocadura-tordera-magrat-blanes-medio-ambiente-aves-marisma.html>>

*Comienzan las obras de reparación del dique de Blanes* (2020, 15 de Juliol) Blaneslandia.com [en línia]. [Consultat el 30 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.blanesaldia.com/blanes/41886-comienzan-las-obras-de-reparacion-del-dique-del-puerto-de-blanes/>>

*Configuración del litoral catalán* (2019, 5 de Febrer) [en línia] Territorio. Gencat [Consultat el 27 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <[https://territori.gencat.cat/es/06\\_territori\\_i\\_urbanisme/costes\\_i\\_muntanya/la\\_costa\\_catalana/la\\_costa\\_catalana/](https://territori.gencat.cat/es/06_territori_i_urbanisme/costes_i_muntanya/la_costa_catalana/la_costa_catalana/)>

*Conociendo el litoral* (s. f.) Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Gobierno de España [en línia]. [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/conociendo-litoral/>>

Copeiro, E. (1982). *Playas y obras costeras en España*. Revista de Obras Públicas, 82, 125-130.

*Dades de la xarxa d'estacions meteorològiques i automàtiques d'observadors meteorològics (XEMA, XOM)* (2020). Servei Meteorològic de Catalunya [en línia]. [Consultat el 10 d'agost de 2020] Disponible a Internet: <<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/anuaris-de-dades-meteorologiques/xarxa-destacions-meteorologiques-automatiques/>>

DGPC (1986). *Investigación tecnológica de las acciones a tomar para la estabilidad del tramo de costa de los términos municipales de Malgrat y Sta. Susana*. Generalitat de Catalunya, 2, p.318.

*Dinàmica litoral* (2021, 29 d'Agost) [en línia] Caso práctico: Litoral de Blanes (Girona) [Consultat el 30 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://sites.google.com/site/sistemaslitorales/practicas>>

*Directiva Marco del Agua* (s. f.) Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Gobierno de España [en línia]. [Consultat l'1 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>>

Ernst & Young (2015) *The upside of disruption, Megatrends shaping 2016 and beyond, 2016* [en línia] Joshua Gans [2014]: *The easy target that is the Theory of Disruptive Innovation*. [Consultat el 27 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://digitopoly.org/2014/06/16/the-easy-target-that-is-the-theory-of-disruptive-innovation/>>

*Es prohibeix el bany i els usos lúdics als espais de la desembocadura de la Tordera i la llacuna durant tot l'estiu* (2020, 4 de Juny) [en línia] Ajuntament de Malgrat [Consultat el 13 de desembre de 2021]. Disponible a Internet: <<https://www.ajmalgrat.cat/actualitat-i-participacio/es-prohibeix-el-bany-i-els-usos-ludics-als-espais-de-la-desembocadura-de-la-tordera-i-la-llacuna-durant-tot-lestiu>>



*Estacions meteorològiques (XEMA I XOM)* (2021, 21 de Maig) [en línia] Servei Meteorològic de Catalunya [Consultat el 25 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/anuaris-de-dades-meteorologiques/xarxa-destacions-meteorologiques-automatiques/>>

*Geografia de Catalunya* (2021, 16 de Desembre) [en línia] Wikipedia [Consultat el 27 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <[https://territori.gencat.cat/es/06\\_territori\\_i\\_urbanisme/costes\\_i\\_muntanya/la\\_costa\\_catalana/la\\_costa\\_catalana/](https://territori.gencat.cat/es/06_territori_i_urbanisme/costes_i_muntanya/la_costa_catalana/la_costa_catalana/)>

González, J. (2020, 22 de Gener) *Puerto Blanes 2020 GLORIA* [video] Disponible a Internet: <[https://www.youtube.com/watch?v=J\\_YNRw92U58](https://www.youtube.com/watch?v=J_YNRw92U58)>

Grassa Garrido, J. M<sup>a</sup> (2018, 14 de Desembre) *La costa construida, el cambio de clima y el número de Iribarren* [en línia] [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/2336>>

Hiruelas, N. (2019, 17 de Setembre) Doñana: 50 años y las amenazas continúan, ahora una autovía [en línia] *El Asombrario & Co.* [Consultat el 8 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://elasombrario.publico.es/donana-50-anos-amenazas-autovia/>>

Jiménez, J A., Sardá, R., Serra, J., Pintó, J. & Guillén, J. (2007) *Informe sobre la problemática actual de la playa de S'Abanell*. Asociación Hostelería de Blanes, 9pp.

*La Generalitat refuerza con bloques de hormigón una parte del dique del puerto de Blanes* (2013) [en línia] Blaneslandia.com [Consultat el 30 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.blanesaldia.com/blanes/13329-la-generalitat-refuerza-con-bloques-de-hormigon-una-parte-del-dique-del-puerto-de-blanes/>>

*La platja de Blanes i el delta de la Tordera: passat, present i futur* (2017, 4 de Juliol) CEAB [en línia]. [Consultat l'11 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.ceab.csic.es/es/la-platja-de-blanes-i-el-delta-de-la-tordera-passat-present-i-futur/>>

LIM (2011, 11 de Juliol) *Un tercio de la costa central catalana es muy vulnerable al impacto de temporales*. Ciencias de la tierra y del espacio [en línia] Sinc [Consultat el 30 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Un-tercio-de-la-costa-central-catalana-es-muy-vulnerable-al-impacto-de-temporales>>

López-Bustins, J.A. & Lemus-Cánovas, M. (2020). *The influence of the Western Mediterranean Oscillation upon the spatiotemporal variability of precipitation over Catalonia (northeastern of the Iberian Peninsula)*. Atmospheric Research, núm. 236, 104819.

López-Bustins, J.A. & Martín-Vide, J. (2020, Juny) *Causes meteorològiques i contextualització climàtica de la precipitació del temporal Glòria*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 39-54.

*Los ríos* (2020) *Geografía* [en línia] [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://lageografia.com/geografia-fisica/los-rios>>

Madridejos, A. (2017, 17 de Juny). La desembocadura del Tordera se queda sin playas [en línia]. *El Periódico* [Consultat el 4 d'octubre de 2020] Disponible a Internet: <<https://www.elperiodico.com/es/medio-ambiente/20170617/desembocadura-tordera-malgrat-blan-es-queda-sin-playas-6110030>>

*Malgrat de Mar prohíbe el baño en la desembocadura del río Tordera* (2020, 5 de Juny) [en línia] Blaneslandia.com [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.blanesaldia.com/alt-maresme/41523-malgrat-de-mar-prohibe-el-bano-en-la-desembocadura-del-rio-tordera/>>

Mercader, A. (2020, 8 de Juny) Adif trabaja contrarreloj para reconstruir la R1 en el plazo previsto antes de la pandemia [en línia] *Crónica Global*. [Consultat el 3 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/adif-r1-gloria-pandemia\\_355626\\_102.html](https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/adif-r1-gloria-pandemia_355626_102.html)>

MOPU (1979) *Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense*. Dirección General de Puertos.

Nel·lo, O. (2020, juny) *Els riscos ambientals i la urbanització del litoral català. L'experiència dels Plans directors Urbanístics del Sistema Costaner*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 221- 246.

*Oleaje, cómo se forman las olas* (s. f.) AstroMía [en línia] [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.astromia.com/astrologia/oleaje.htm>>

Pavón, D. & Panareda, J.M<sup>a</sup> (2020, Juny). *La tempesta Glòria i els seus efectes a la conca de la Tordera: entre la contingència i la necessitat de plantejar accions estructurals*, Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 137-162.

Panareda, J.M<sup>a</sup> & Serrano, M (2008). *Efectos de la dinámica litoral inducidos por la actividad humana en áreas urbanizadas: el caso del Maresme (Barcelona)*. Territoris, 7, 57.

Pintó, J., Garcia-Lozano, C., Sardá, R., Roig-Munar, F. X. & Martí, C. (2020, Juny) *Efectes del temporal Glòria sobre el litoral*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 89-109.

*Reglamentos, directivas y otros actos legislativos* (s. f.) Web oficial de la Unió Europea [en línia]. [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/law/types-legislation\\_es#:~:text=Las%20directivas%20son%20actos%20legislativos,sobre%20cómo%20alcanzar%20esos%20objetivos](https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/law/types-legislation_es#:~:text=Las%20directivas%20son%20actos%20legislativos,sobre%20cómo%20alcanzar%20esos%20objetivos)>

Ribas Palom, A. (2020, Juny) *Anàlisi dels impactes i de la gestió del temporal Glòria a la conca del riu Ter*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p. 111-135.

*Ríos y embalses* (s. f.) [en línia] Agència Catalana del Agua. Gencat. [Consultat l'1 d'octubre de 2021] Disponible a Internet: <<https://aca.gencat.cat/es/laigua/el-medi-hidric-a-catalunya/definicio-i-tipus-masses-daigua/aigues-superficials/rius-i-embassaments/>>

Ruíz, B. (2020, 22 de Gener) *La tempesta "Glòria" deixa un rastre de destrosses, inundacions i un litoral arrasat pel mar* [en línia] Cambrils.cat [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.revistacambrils.cat/noticia/28491/temporal>>

Sagistrá, E. (2018) *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)*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.

Sagistrá, E. & Sardá, R. (2020, 2 de Juliol). *Assessing the success of integrated shoreline management in the Tordera Delta, northeastern Spain*. Catalunya, España: Regional Environmental Change.

Sagistrá, E., Sardá, R. & Serra, J. (2018, Desembre). *Consecuencias a Largo Plazo de la Gestión Desintegrada en Zonas Costeras: el Caso del Delta de la Tordera*. Revista Costas. Catalunya, Espanya. 1(1): 1-22.

*Sale a informació pública el plan de gestió de les cuencas internes de Catalunya 2022-2027* (2021, 18 d'Octubre) [en línia] RETEMA, Revista tècnica de medi ambient [Consultat el 30 d'octubre de 2021]. Disponible a Internet: <<https://www.retema.es/noticia/sale-a-informacion-publica-el-plan-de-gestion-de-las-cuencas-inter-nas-de-cataluna-202-1LOa5>>

Salman, R., Lombardo, S. & Doody, P. (2004) *Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability*. EuroSION project reports.

Sánchez, D. (2014). *Análisis del software ImageJ para el análisis científico de imágenes* [en línia]. [Consultat el 22 d'agost de 2020] E.T.S.I y Sistemas de Telecomunicación (UPM), Madrid. Disponible a Internet: < <https://oa.upm.es/33069/>>

Sardá, R. (2020, 7 de Febrer) *Gloria: un episodio "excepcional"* [en línia] Do better by esade [Consultat l'11 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://dobetter.esade.edu/es/borrasca-gloria>>

Sardá, R. & Sagistrá, E. (2017, 1 de Febrer) *El litoral del Alt Maresme vive en un déjà vu continuo* [en línia] CEAB [Consultat l'11 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.ceab.csic.es/es/litoral-alt-maresme-vive-deja-vu-continuo/>>

Sardá, R., Valls, J. F. & Pintó, J. (2013) *Hacia un nuevo modelo integral de gestión de playas. Hacia un nuevo modelo integral de gestión de playas*, 1-194.

Sardá, R., Ávila, C. & Mora, J. (2005) A methodical approach to be used in integrated coastal zone management processes: the case of the Catalan Coast (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62(3), 427-439.

Saurí, D. & Ribas, A.(2020, Juny) *A tall de conclusions*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, núm. 89, p.247-251.

Sciberras, A. M. (2002) Integrated Coastal Zone Management - A challenge for the EU in the 21st Century. *EIPASCOPE*, 2002(1), 1-5.

Serra, J. ; Vila, I.(2012) *El delta del río Tordera: estructura y evolución sedimentaria*.

*SigmaPlot 14* (s. f.) [en línia] Addlink, Software Científico [Consultat l'11 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.addlink.es/productos/sigmaplot>>

*Temporal Gloria* (2021, 24 de Setembre) [en línia] Wikipedia [Consultat el 4 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <[https://ca.wikipedia.org/wiki/Temporal\\_Gloria](https://ca.wikipedia.org/wiki/Temporal_Gloria)>

*The Global Risks Report 2020* (2020, 15 de Gener) World Economic Forum [en línia] [Consultat el 12 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>>

Toscano, X. (2020, 21 de Gener) El temporal Glòria deixa sense passeig marítim el litoral del Garraf i el Baix Penedès [en línia] *Eix diari* [Consultat el 13 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.eixdiari.cat/territori/doc/86749/el-mar-guanya-el-seu-terre-ny-el-temporal-gloria-deixa-sense-passeig-maritim-el-litoral-del-garraf-i-.html>>

*Una bandada de 47 flamencos visitó el delta de la Tordera* (2021, 11 d'Abril) [en línia] Blaneslandia.com [Consultat el 8 de desembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.blanesaldia.com/blanes/44436-una-bandada-de-47-flamencos-visito-el-delta-del-tordera/>>

*¿Por qué se erosionan nuestras costas?* (s. f.) El Guardian MDP [en línia]. [Consultat el 4 de novembre de 2021] Disponible a Internet: <<https://www.elguardianmdp.com/noticias/1-noticias/1-mar-del-plata/301-por-que-se-erosionan-nuestras-costas/>>

# 11. ANNEXE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	m2
25 de Febrero de 2009	3,27	1,02	1,20	0,83	0,98	3,39	13,52	1,23	0,24	0,00	0,00	3,70
6 de Mayo de 2009	3,41	1,01	1,34	1,02	1,18	3,60	15,18	1,37	0,13	0,00	0,00	3,66
25 de Mayo de 2009	2,39	0,79	1,09	0,86	0,95	3,12	11,88	1,25	0,12	0,00	0,00	2,94
26 de Julio de 2009	1,76	0,72	1,12	0,80	0,95	3,22	10,48	0,52	0,14	0,00	0,00	2,78
6 de Agosto de 2009	1,94	0,83	1,16	0,80	0,93	3,16	10,69	0,40	0,10	0,00	0,00	2,94
13 de Agosto de 2009	2,03	0,89	1,24	0,83	0,94	3,36	11,95	0,47	0,16	0,00	0,00	2,90
6 de Septiembre de 2009	1,88	0,79	1,17	0,86	1,01	3,49	11,53	0,49	0,06	0,00	0,00	3,34
28 de Septiembre de 2009	2,18	0,76	1,13	0,65	0,74	3,44	11,66	0,32	0,19	0,00	0,00	2,44
30 de Octubre de 2009	2,42	0,92	1,29	0,74	0,92	3,68	13,40	0,07	0,13	0,19	0,19	3,23
18 de Noviembre de 2009	2,64	0,80	1,08	0,63	1,00	3,30	11,39	0,04	0,09	0,27	0,27	1,92
1 de Diciembre de 2009	3,22	0,96	1,34	0,74	0,89	3,73	14,45	0,16	0,10	0,26	0,26	2,86
31 de Diciembre de 2009	4,03	1,08	1,24	0,81	1,09	3,21	11,95	0,00	0,16	0,31	0,31	1,75

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
21 de Enero de 2010	3,65	1,03	1,18	0,87	1,04	3,34	14,82	0,26	0,00	1,18	3,79
11 de Febrero de 2010	2,39	0,91	1,13	0,80	1,02	3,48	12,97	0,94	0,11	0,45	3,44
25 de Febrero de 2010	3,48	0,98	1,14	1,00	1,23	3,32	13,34	1,45	0,31	0,18	2,84
15 de Marzo de 2010	4,11	0,90	1,15	1,15	1,35	3,37	11,90	0,71	0,48	0,00	2,88
25 de Marzo de 2010	4,46	0,79	1,08	0,52	1,27	3,33	11,56	0,50	0,42	0,00	3,15
14 de Abril de 2010	1,69	0,72	1,12	0,65	0,99	3,52	11,35	0,60	0,48	0,34	1,91
21 de Abril de 2010	1,45	0,89	1,19	0,69	1,10	3,53	11,74	0,47	0,47	0,34	2,55
10 de Mayo de 2010	4,08	0,73	0,92	1,09	1,17	3,37	12,09	1,94	0,45	0,36	2,06
26 de Mayo de 2010	4,54	0,82	0,96	1,07	1,23	3,37	13,02	1,64	0,49	0,38	2,10
6 de Junio de 2010	3,70	0,76	1,08	1,03	1,18	3,35	13,73	2,45	0,45	0,42	2,05
15 de Junio de 2010	2,83	0,65	1,04	0,88	1,04	3,23	11,71	1,62	0,41	0,38	1,15
2 de Julio de 2010	2,99	0,80	1,07	0,98	1,14	3,45	12,89	1,22	0,45	0,52	2,47
20 de Julio de 2010	2,52	0,73	1,00	0,99	1,11	3,33	11,95	1,09	0,44	0,37	1,75
16 de Agosto de 2010	2,78	0,73	1,01	1,03	1,20	3,62	14,00	1,19	0,47	0,41	2,61
30 de Agosto de 2010	3,02	0,67	0,93	0,89	1,14	3,44	12,72	1,33	0,32	0,37	1,41
14 de Septiembre de 2010	2,94	0,70	0,97	0,83	0,98	3,48	12,87	0,88	0,35	0,66	1,25
28 de Septiembre de 2010	2,53	0,72	1,09	0,84	1,11	3,49	12,42	1,42	0,30	0,73	1,28
5 de Octubre de 2010	2,77	0,73	0,99	0,81	0,97	3,29	11,55	0,92	0,35	0,44	0,77
29 de Octubre de 2010	1,58	0,70	0,94	0,00	1,04	3,39	9,93	0,09	0,57	0,53	1,65
8 de Noviembre de 2010	0,49	0,56	0,84	0,43	0,75	3,14	8,39	0,03	0,23	0,36	0,97
16 de Noviembre de 2010	1,64	0,76	0,97	0,60	0,77	3,12	9,55	0,05	0,32	0,48	0,90
3 de Diciembre de 2010	1,61	0,76	1,01	0,56	0,69	3,09	9,39	0,21	0,41	0,76	0,82
16 de Diciembre de 2010	2,40	0,72	0,85	0,62	0,73	3,12	9,72	0,14	0,31	0,74	0,61

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
10 de Enero de 2011	2,51	0,73	1,03	0,51	0,75	3,24	11,07	0,00	0,48	0,80	0,85
19 de Enero de 2011	2,49	0,78	1,04	0,57	0,94	3,13	10,39	0,00	0,44	0,75	1,16
2 de Febrero de 2011	0,86	0,64	0,96	0,50	0,73	3,03	9,77	0,33	0,44	0,42	1,83
21 de Febrero de 2011	1,86	0,73	1,04	0,57	0,78	3,05	10,18	0,00	0,56	0,96	0,95
10 de Marzo de 2011	0,59	0,74	1,01	0,55	0,74	3,11	9,15	0,00	0,56	0,64	1,14
28 de Marzo de 2011	5,80	0,57	0,88	1,09	1,15	3,24	9,94	0,00	0,66	0,50	0,99
4 de Abril de 2011	6,02	0,67	0,95	1,08	1,15	3,22	10,63	0,00	0,79	0,47	0,99
18 de Abril de 2011	4,86	0,71	1,00	1,14	1,20	3,19	15,18	3,50	0,45	0,39	0,93
4 de Mayo de 2011	1,40	0,63	0,91	0,80	0,93	2,92	8,49	0,00	0,66	0,33	0,83
24 de Mayo de 2011	1,40	0,46	0,68	0,67	0,90	3,03	9,54	1,04	0,69	0,35	0,68
9 de Junio de 2011	1,83	0,51	0,82	0,69	0,89	3,18	9,79	0,49	0,65	0,46	0,58
23 de Junio de 2011	1,80	0,46	0,73	0,73	0,94	3,17	9,99	0,47	0,63	0,39	0,51
3 de Julio de 2011	1,91	0,47	0,79	0,70	0,93	3,90	9,98	0,40	0,76	0,32	0,38
15 de Julio de 2011	1,57	0,47	0,73	0,69	0,94	3,01	9,34	0,56	0,71	0,43	0,49
4 de Agosto de 2011	1,99	0,49	0,71	0,74	0,92	3,14	9,74	1,10	0,60	0,49	0,80
30 de Agosto de 2011	2,33	0,45	0,76	0,70	0,94	3,18	10,68	0,64	0,71	0,43	0,47
19 de Septiembre de 2011	2,29	0,51	0,69	0,73	0,86	3,07	9,57	0,68	0,52	0,44	0,26
29 de Septiembre de 2011	2,20	0,46	0,71	0,75	0,92	3,27	10,48	0,50	0,56	0,54	0,19
4 de Octubre de 2011	2,07	0,58	0,77	0,75	0,91	3,20	10,47	0,34	0,65	0,55	0,54
21 de Octubre de 2011	0,81	0,61	0,78	0,64	0,85	3,05	9,12	0,38	0,46	0,41	0,54
2 de Noviembre de 2011	0,00	0,40	0,58	0,00	0,49	2,90	7,19	0,00	0,66	0,77	0,18
18 de Noviembre de 2011	11,74	0,48	0,69	0,00	0,00	2,89	9,41	0,00	0,40	0,84	0,37
12 de Diciembre de 2011	7,50	0,55	0,79	1,31	1,31	3,16	10,57	0,00	0,39	0,49	0,20
20 de Diciembre de 2011	6,28	0,81	1,06	1,19	1,26	3,11	12,47	0,00	0,28	0,58	0,37

5 de Enero de 2012	4,58	0,97	1,27	1,16	1,24	3,23	15,25	3,08	0,44	0,44	0,40
7 de Enero de 2012	2,64	0,76	1,10	0,96	1,05	3,03	11,20	1,68	0,21	0,31	0,67
10 de Febrero de 2012	1,78	0,58	0,97	0,89	1,04	3,08	9,94	1,01	0,44	0,25	1,23
24 de Febrero de 2012	1,59	0,70	0,99	0,72	0,84	3,29	10,12	0,46	0,51	0,34	1,21
5 de Marzo de 2012	1,41	0,51	0,99	0,77	0,87	3,21	9,60	0,48	0,52	0,00	1,03
29 de Marzo de 2012	0,75	0,76	1,08	0,56	0,78	3,17	9,71	0,24	0,50	0,15	1,20
5 de Abril de 2012	0,00	0,52	0,82	0,57	0,72	2,94	7,98	0,27	0,43	0,31	0,83
20 de Abril de 2012	1,61	0,32	0,63	0,56	0,67	2,93	8,29	0,06	0,47	0,47	0,41
2 de Mayo de 2012	3,54	0,57	0,65	0,58	0,72	3,36	10,11	0,00	0,55	0,52	0,66
30 de Mayo de 2012	1,77	0,43	0,81	0,54	0,71	3,23	9,33	0,00	0,78	0,47	0,90
14 de Junio de 2012	1,71	0,43	0,72	0,50	0,64	3,30	9,17	0,00	0,72	0,46	0,66
28 de Junio de 2012	1,41	0,42	0,72	0,53	0,68	3,24	8,78	0,00	0,70	0,33	0,82
11 de Julio de 2012	1,56	0,37	0,60	0,58	0,70	3,28	9,40	0,00	0,79	0,36	0,71
22 de Julio de 2012	1,42	0,38	0,63	0,51	0,63	3,20	8,48	0,00	0,57	0,32	0,67
3 de Agosto de 2012	1,07	0,40	0,60	0,55	0,73	3,18	8,34	0,00	0,65	0,38	0,52
30 de Agosto de 2012	1,38	0,32	0,54	0,45	0,62	3,19	7,72	0,00	0,61	0,37	0,17
14 de Septiembre de 2012	1,44	0,37	0,64	0,49	0,65	3,31	8,79	0,00	0,65	0,38	0,68
1 de Octubre de 2012	2,13	0,54	0,75	0,55	0,60	3,28	9,15	0,00	0,46	0,42	0,93
30 de Octubre de 2012	1,14	0,37	0,66	0,48	0,57	2,91	7,66	0,00	0,62	0,49	0,44
9 de Noviembre de 2012	1,38	0,41	0,83	0,49	0,61	3,03	8,45	0,00	0,63	0,53	0,43
19 de Noviembre de 2012	0,07	0,38	0,74	0,00	0,71	2,90	7,69	0,00	0,57	0,46	0,87
7 de Diciembre de 2012	0,00	0,39	0,81	0,00	0,62	3,03	8,45	0,00	0,73	0,46	0,25
29 de Diciembre de 2012	2,16	0,42	0,68	0,55	0,64	2,97	8,66	0,00	0,60	0,58	0,22

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4 de Enero de 2013	1,44	0,43	0,69	0,54	0,56	2,90	8,25	0,00	0,81	0,68	0,59
31 de Enero de 2013	2,23	0,44	0,76	0,63	0,67	2,97	9,00	0,00	0,78	0,65	0,97
8 de Febrero de 2013	1,89	0,42	0,60	0,53	0,68	2,85	9,01	0,00	0,53	0,53	0,35
15 de Febrero de 2013	2,31	0,46	0,82	0,64	0,74	2,92	9,37	0,00	0,82	0,50	0,55
12 de Marzo de 2013	3,70	0,36	0,58	0,76	0,83	2,83	8,43	0,00	0,59	0,92	0,19
21 de Marzo de 2013	2,39	0,52	0,96	0,87	0,99	3,30	11,97	1,08	0,69	0,47	0,57
11 de Abril de 2013	3,40	0,49	1,13	0,90	0,96	2,79	10,63	0,31	0,49	0,31	0,66
24 de Abril de 2013	2,94	0,62	1,12	0,83	0,87	2,96	10,68	0,26	0,46	0,32	0,82
11 de Mayo de 2013	1,23	0,76	1,02	0,90	0,99	3,01	10,77	0,00	0,63	0,34	0,85
21 de Mayo de 2013	3,34	0,46	1,08	0,85	0,95	2,74	9,75	0,05	0,67	0,55	0,52
23 de Agosto de 2013	1,53	0,41	0,94	0,79	0,93	2,87	9,99	0,00	0,74	0,37	1,06
13 de Septiembre de 2013	1,47	0,51	1,03	0,83	0,92	2,99	10,01	0,00	0,70	0,35	1,18
7 de Octubre de 2013	1,20	0,65	0,98	0,84	0,93	2,93	9,46	0,07	0,56	0,39	0,81
19 de Octubre de 2013	0,00	0,63	1,03	0,85	0,93	3,00	10,05	0,00	0,65	0,39	0,59
2 de Noviembre de 2013	0,00	0,71	0,99	0,00	0,86	3,07	8,80	0,02	0,56	0,34	0,96
22 de Noviembre de 2013	0,07	0,57	1,03	0,00	0,00	2,99	8,38	0,00	0,60	0,34	1,04
5 de Diciembre de 2013	1,04	0,98	1,29	0,00	0,00	3,03	9,68	0,00	0,38	0,36	0,92
24 de Diciembre de 2013	0,79	0,95	1,19	0,00	0,00	3,22	8,91	0,00	0,55	0,36	1,23

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
7 de Enero de 2014	0,50	0,46	1,14	0,62	0,80	2,91	9,03	0,00	0,72	0,34	0,96
24 de Enero de 2014	1,39	0,45	0,99	0,57	0,77	2,79	8,34	0,03	0,70	0,29	1,00
12 de Febrero de 2014	2,97	0,52	1,14	0,80	0,86	2,94	11,81	0,85	0,45	0,45	0,57
21 de Febrero de 2014	2,39	0,77	1,11	0,82	0,89	3,03	11,61	0,35	0,58	0,34	1,47
7 de Marzo de 2014	2,51	1,05	1,20	0,73	0,88	2,96	11,48	0,25	0,39	0,43	1,55
24 de Marzo de 2014	2,00	0,95	1,18	0,77	0,89	2,99	11,20	0,56	0,53	0,53	1,56
14 de Abril de 2014	0,83	0,65	1,02	0,69	0,98	2,99	9,81	0,00	0,62	0,34	0,92
23 de Abril de 2014	0,76	0,60	1,12	0,63	0,90	2,98	9,50	0,13	0,71	0,35	0,84
8 de Mayo de 2014	1,46	0,38	0,94	0,59	0,85	3,11	9,54	0,00	0,64	0,45	0,86
30 de Mayo de 2014	1,43	0,49	0,92	0,60	0,78	3,13	9,55	0,00	0,70	0,45	1,15
4 de Junio de 2014	1,21	0,45	0,98	0,63	0,81	3,21	9,15	0,00	0,76	0,38	1,08
23 de Junio de 2014	0,33	0,40	1,08	0,00	0,76	3,17	9,83	0,00	0,62	0,44	1,05
8 de Julio de 2014	0,37	0,50	0,96	0,50	0,67	3,15	8,84	0,00	0,80	0,36	0,77
23 de Julio de 2014	0,60	0,40	0,73	0,52	0,76	3,07	8,88	0,00	0,69	0,38	0,78
21 de Agosto de 2014	0,52	0,41	0,75	0,00	0,74	3,04	8,03	0,00	0,66	0,41	0,88
28 de Agosto de 2014	0,73	0,43	0,65	0,00	0,70	3,06	8,08	0,00	0,68	0,37	0,94
9 de Septiembre de 2014	0,64	0,42	0,70	0,00	0,62	3,07	8,23	0,00	0,75	0,41	0,79
24 de Septiembre de 2014	0,00	0,42	0,70	0,00	0,62	3,07	8,23	0,00	0,75	0,41	0,79
3 de Octubre de 2014	2,24	0,46	0,73	1,02	1,12	3,09	9,47	0,69	0,74	0,36	0,83
12 de Noviembre de 2014	1,79	0,36	0,76	0,67	0,98	3,00	10,97	0,93	0,57	0,73	0,45
25 de Noviembre de 2014	2,18	0,66	1,02	0,77	0,93	3,23	12,29	0,55	0,67	0,63	0,40
12 de Diciembre de 2014	1,27	0,73	0,84	0,00	0,00	2,69	8,57	0,00	0,51	0,65	0,38
25 de Diciembre de 2014	0,30	0,73	1,12	0,00	0,35	3,37	9,51	0,00	0,69	0,55	1,07





Cálculos	A	A (en m)			B	C								
9 de Enero de 2019	93,4	8,49	3,35	12,40	1,93	24,47	16,37	2,62	5,37	ENERO	5,44	5,44	654,82	
25 de Enero de 2019	62,77	5,71	0,57	2,10		18,74	16,50	2,75	5,50	FEBRERO	1,48	1,48	178,31	
6 de Febrero de 2019	81,23	7,38	2,24	8,30		27,07	13,24	0,00	2,24	MARZO	0,00	0,00	0,00	
26 de Febrero de 2019	70,3	6,39	1,25	4,63		28,78	11,72	0,00	0,72	ABRIL	0,00	0,00	0,00	
28 de Marzo de 2019	50,94	4,63	0,00	0,00		23,22	9,77	0,00	0,00	MAYO	0,00	0,00	0,00	
10 de Abril de 2019	92,22	8,38	3,24	12,00		19,74	9,04	0,00	0,00	JUNIO	0,00	0,00	0,00	
28 de Abril de 2019	53,88	4,90	0,00	0,00		19,2	1,53	0,00	0,00	JULIO	0,00	0,00	0,00	
3 de Mayo de 2019	59,25	5,39	0,25	0,91		18	2,25	0,00	0,00	AGOSTO	0,00	0,00	0,00	
16 de Mayo de 2019	45,75	4,16	0,00	0,00		17,5	11,00	0,00	0,00	SEPTIEMBRE	0,00	0,00	0,00	
31 de Mayo de 2019	56,73	5,16	0,02	0,06		19,24	11,00	0,00	0,00	OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	
12 de Junio de 2019	53,23	4,84	0,00	0,00		19,99	11,00	0,00	0,00	NOVIEMBRE	0,90	0,00	0,00	
4 de Julio de 2019	54	4,91	0,00	0,00		18	11,00	0,00	0,00	DICIEMBRE	4,75	4,75	572,29	
18 de Julio de 2019	53,44	4,86	0,00	0,00		21,72	11,00	0,00	0,00					
30 de Agosto de 2019	52,71	4,79	0,00	0,00		18,23	11,00	0,00	0,00					
18 de Septiembre de 2019	52,13	4,74	0,00	0,00		20,2	11,00	0,00	0,00					
18 de Octubre de 2019	51,98	4,73	0,00	0,00		14,24	11,00	0,00	0,00					
29 de Octubre de 2019	49,62	4,51	0,00	0,00		18,82	11,00	0,00	0,00					
26 de Noviembre de 2019	51,5	4,68	0,00	0,00		15	11,00	0,00	0,00					
10 de Diciembre de 2019	47,39	4,31	0,00	0,00		19,2	20,50	0,00	9,50					
<b>24 de Diciembre de 2019</b>	<b>74,78</b>	<b>6,80</b>	<b>1,66</b>	<b>6,14</b>		<b>15,88</b>	<b>5,38</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>					
Cálculos	A	A (en m)			B	C								
7 de Enero de 2020	61,14	5,56	0,42	1,55	120,28	20,97	14,32	0,57	0,57	ENERO	11,48	11,48	1383,13	
24 de Enero de 2020	50,5	4,59	0,00	0,00		20,25				FEBRERO	29,99	29,99	3613,25	
31 de Enero de 2020	554,88	50,44	45,30	167,62		16,36	36,14	22,39	22,39	MARZO	31,68	31,68	3816,27	
5 de Febrero de 2020	543,88	49,44	44,30	163,92		15,74	40,49	26,74	26,74	ABRIL	43,23	43,23	5208,43	
21 de Febrero de 2020	572,85	52,08	46,94	173,67		19,24	46,99	33,24	33,24	MAYO	36,86	36,86	4440,36	
4 de Marzo de 2020	505,98	46,00	40,86	151,18		19,04	44,69	30,94	30,94	JUNIO	42,40	42,40	5108,43	
11 de Marzo de 2020	499,16	45,38	40,24	148,88		19,53	46,16	32,41	32,41	JULIO	43,72	43,72	5266,87	
15 de Abril de 2020	345,3	31,39	26,25	97,13		37,4	56,23	42,48	42,48	AGOSTO	46,36	46,36	5585,54	
29 de Abril de 2020	577,85	52,53	47,39	175,35		44,23	57,73	43,98	43,98	SEPTIEMBRE	38,51	38,51	4639,76	
4 de Mayo de 2020	558,31	50,76	45,62	168,78		41,55	57,69	43,94	43,94	OCTUBRE	35,25	35,25	4246,39	
18 de Mayo de 2020										NOVIEMBRE	34,59	34,59	4166,87	
26 de Mayo de 2020	553,45	50,31	45,17	167,14		32,26	43,52	29,77	29,77	DICIEMBRE	32,59	32,59	3926,51	
2 de Junio de 2020	488,78	44,43	39,29	145,39		41,46	54,87	41,12	41,12					
23 de Junio de 2020	450,71	40,97	35,83	132,58		40,81	57,43	43,68	43,68					
8 de Julio de 2020	448	40,73	35,59	131,67		36	58,25	44,50	44,50					
23 de Julio de 2020	415,45	37,77	32,63	120,72		40,81	56,69	42,94	42,94					
28 de Julio de 2020	431,89	39,26	34,12	126,25		41,24	58,24	44,49	44,49					
25 de Agosto de 2020	415,69	37,79	32,65	120,81		41,26	60,11	46,36	46,36					
14 de Septiembre de 2020	400,98	36,45	31,31	115,86		42,49	52,26	38,51	38,51					
9 de Octubre de 2020	391,52	35,59	30,45	112,68		41,05	49,36	35,61	35,61					
20 de Octubre de 2020	361,21	32,84	27,70	102,48		39,59	48,63	34,88	34,88					
12 de Noviembre de 2020	307,92	27,99	22,85	84,56		42,03	46,92	33,17	33,17					
24 de Noviembre de 2020	337	30,64	25,50	94,34		44,25	49,75	36,00	36,00					
9 de Diciembre de 2020	259,93	23,63	18,49	68,41		42,74	46,73	32,98	32,98					
<b>22 de Diciembre de 2020</b>	<b>286,2</b>	<b>26,02</b>	<b>20,88</b>	<b>77,25</b>		<b>47,7</b>	<b>45,95</b>	<b>32,20</b>	<b>32,20</b>					
19 de Enero de 2021	253	23,00	17,86	66,08	55,63	50,25	39,00	25,25	25,25	ENERO	25,25	25,25	3042,17	
2 de Febrero de 2021	261,24	23,75	18,61	68,85		47,2	44,45	30,70	30,70	FEBRERO	30,11	30,11	3627,11	
26 de Febrero de 2021	246,89	22,44	17,30	64,03		48,15	43,26	29,51	29,51	MARZO	34,84	34,84	4196,99	
9 de Marzo de 2021	224,09	20,37	15,23	56,36		41,25	45,00	31,25	31,25	ABRIL			3915,97	
25 de Marzo de 2021	253,2	23,02	17,88	66,15		54,47	52,17	38,42	38,42	MAYO	30,17	30,17	3634,94	
3 de Mayo de 2021	196,07	17,82	12,68	46,93		51,57	48,89	35,14	35,14	JUNIO	27,86	27,86	3356,02	
28 de Mayo de 2021	213,59	19,42	14,28	52,83		52,69	38,95	25,20	25,20	JULIO	27,09	27,09	3263,86	
16 de Junio de 2021	202,52	18,41	13,27	49,10		52,37	40,92	27,17	27,17	AGOSTO	23,76	23,76	2862,05	
30 de Junio de 2021	213,14	19,38	14,24	52,67		54,23	42,29	28,54	28,54	SEPTIEMBRE				
9 de Julio de 2021	201,76	18,34	13,20	48,85		54,94	42,24	28,49	28,49	OCTUBRE				
30 de Julio de 2021	200,82	18,26	13,12	48,53		53,31	39,44	25,69	25,69	NOVIEMBRE				
10 de Agosto de 2021	200,39	18,22	13,08	48,39		50,74	37,88	24,13	24,13	DICIEMBRE				
20 de Agosto de 2021	187,68	17,06	11,92	44,11		50,42	37,13	23,38	23,38					

## Resultats 2009-2021

■ Anys ■ Àrea de la delta (mensual)

