

17 MARCH 2021 • 11:30 - 14:40 CET • ONLINE

MANAGEMENT OF CATASTROPHIC RISKS IN THE MARINE AND CONTINENTAL WATER ENVIRONMENT

IMPACTOS DE LAS BORRASCAS GLORIA Y FILOMENA EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO PENINSULAR

José Francisco Sánchez González
Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SPAIN WATER

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Dirección General del Agua
Dirección General de la Costa y el Mar

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS





IAHR.org

Contenidos

1. Introducción
2. Caracterización climática de la borrasca
3. Efectos de la borrasca en el litoral
4. Efectos de Filomena en las costas del Delta
5. Necesidad de protección: estrategias de protección y adaptación

Trabajos realizados

Informe Técnico para la DGCM

 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO</p>	 <p>CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS</p>
<p>INFORME TÉCNICO para Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico Secretaría de Estado de Medio Ambiente Dirección General de la Costa y el Mar</p>			
<p>3.1 ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE COSTAS</p>			
<p>INFORME ESPECÍFICO</p>			
<p>ANÁLISIS DE LOS EFECTOS PROVOCADOS POR LA BORRASCA "GLORIA" EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL (E.S.T. 2017-2020/74)</p>			
<p>TOMO ÚNICO</p>			
<p>Clave CEDEX: 22-417-5-001</p>		<p>Madrid, Junio de 2020</p>	
<hr/> <p>Centro de Estudios de Puertos y Costas</p>			

- Objetivo:
 - Descripción de daños
 - Definición de metodología para **análisis ex-post** de daños
- En total, más de 900 páginas con **fotografías, planos, fichas**, etc.
- Memoria:
 - **Caracterización climática** de la borrasca Gloria
 - Descripción de los **trabajos de campo** realizados
 - **Efectos** en la costa peninsular mediterránea
 - Resumen y conclusiones
- Anejos
 - Anejo 1: Caracterización climática de la borrasca Gloria
 - Anejo 2: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Murcia
 - Anejo 3: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Alicante
 - Anejo 4: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Valencia
 - Anejo 5: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Castellón
 - Anejo 6: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Tarragona
 - Anejo 7: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Barcelona
 - Anejo 8: Efectos de la borrasca Gloria en las costas de Girona
 - Anejo 9: Perfiles transversales
 - Anejo 10: DPMT
 - Anejo 11: Hemeroteca

Informe Técnico para la DGCM

- Trabajos de campo

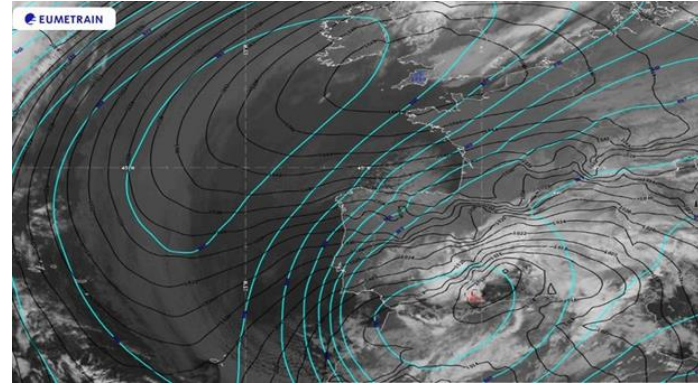
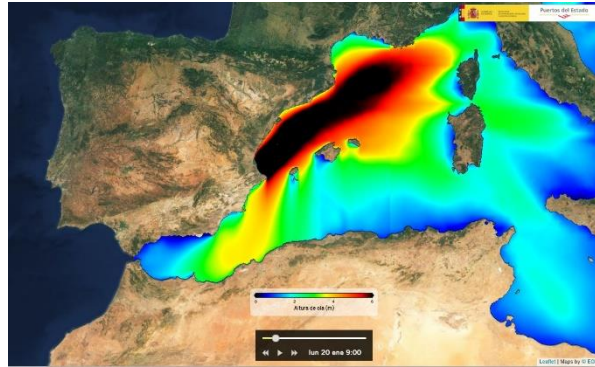
Comunidad Autónoma	Fechas
Región de Murcia	03/02/2020
Comunidad Valenciana	30/01/2020 - 31/01/2020 y 03/02/2020 – 07/02/2020
Cataluña	03/02/2020 – 07/02/2020, 20/02/2020, 02/03/2020 – 06/03/2020

- Fuentes empleadas

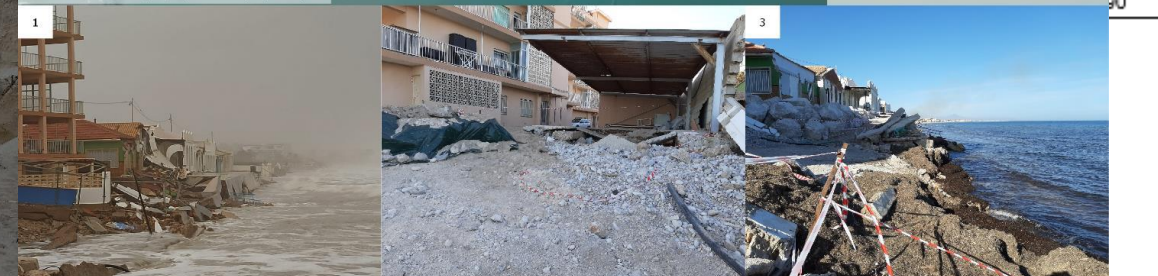
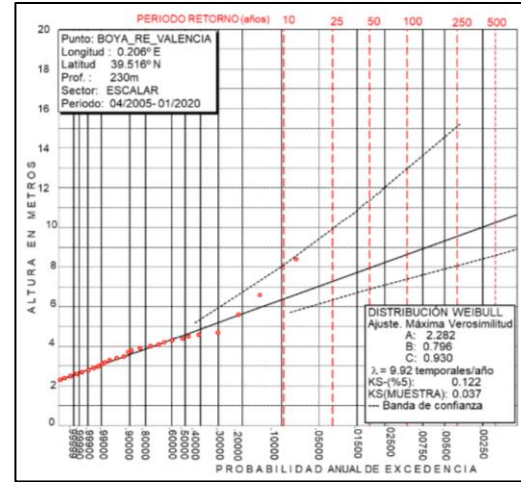
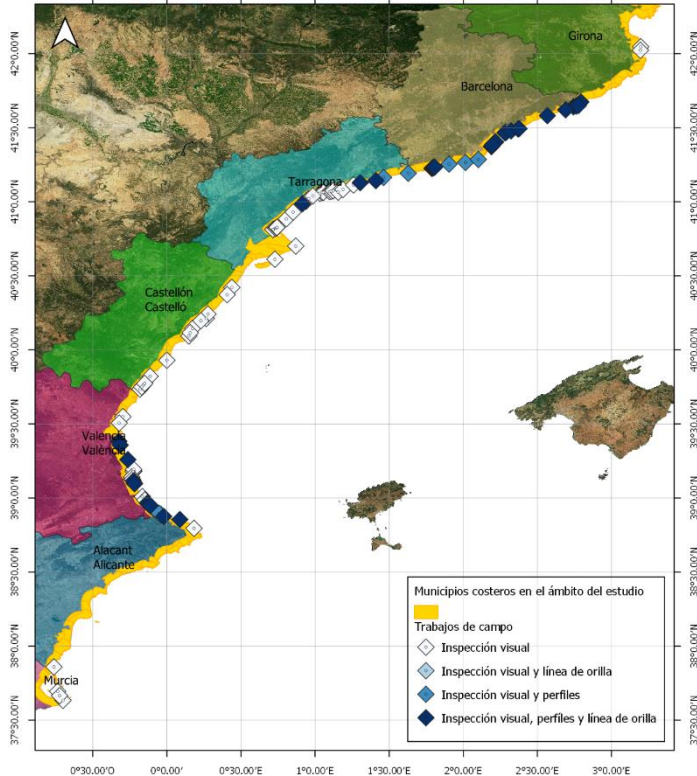
- Informes previos: **demarcaciones y servicios provinciales** de costas, Ayto. Barcelona
- Cartografía: **IGN, ICV, ICGC**
- **Información fotográfica:** demarcaciones y servicios provinciales de costas
- Medidas de campo: **Topografía** (Valencia)

Informe Técnico para la DGCM

Tabla 20. Valores máximos de retroceso y/o de progradación en las playas con datos¹⁵⁾

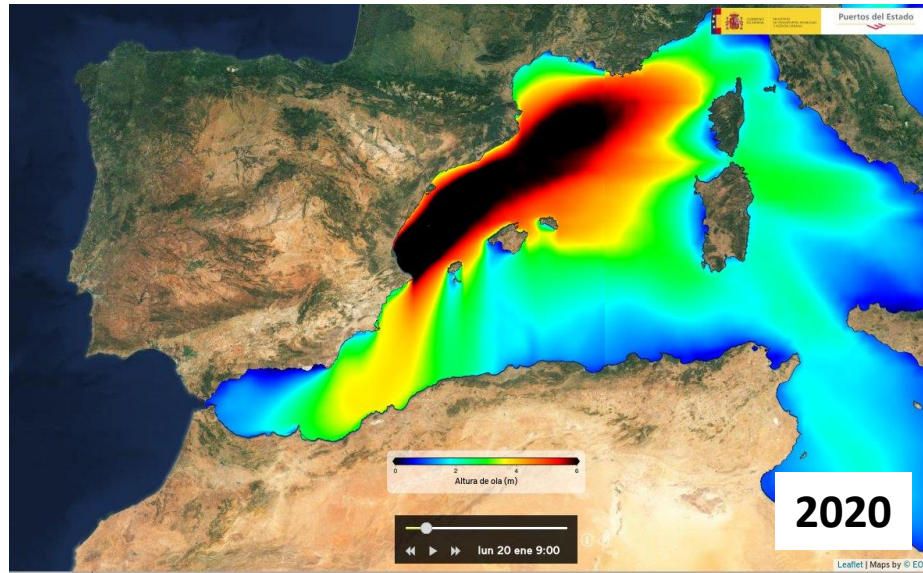


Provincia	Término Municipal	Playa / Zona	Retroces o máximo (m)	Progradación máxima (m)	Valor medio de retroceso (m)	Longitud del tramo medido (m) ¹⁵⁾
Alicante	Denia	Les Marines	8		8	341
Alicante	Denia	Les Deveses	14	5	8	1008
Valencia	Oliva	L'Aigua Morta	19		12	937
Valencia	Piles	Piles	21		14	635
Valencia	Miramar	Miramar	20		11	887
Valencia	Bellreguard	Bellreguard	25		14	416
Valencia	Tavernes de la Valldigna	Tavernes	17	7	7	429
Valencia	Quilera	El Brosquil	19	7	10	1094
Valencia	Quilera	El Dosel	32		14	1179
Valencia	Sueca	Les Palmeres	30		7	682
Valencia	Valencia	Garrofera	14		6	349
Valencia	Valencia	El Saler	13		4	290
Castellón	Alcalá de Xivert	El Carregador	25			
Tarragona	L'Ampolla	Cap Roig	7	3	1	181
Tarragona	Tarragona	Playa Llargu	15		11	482
Barcelona	Barcelona	*S. Miquel-S. Sebastià	4			898
Barcelona	Barcelona	*Barceloneta	8			389

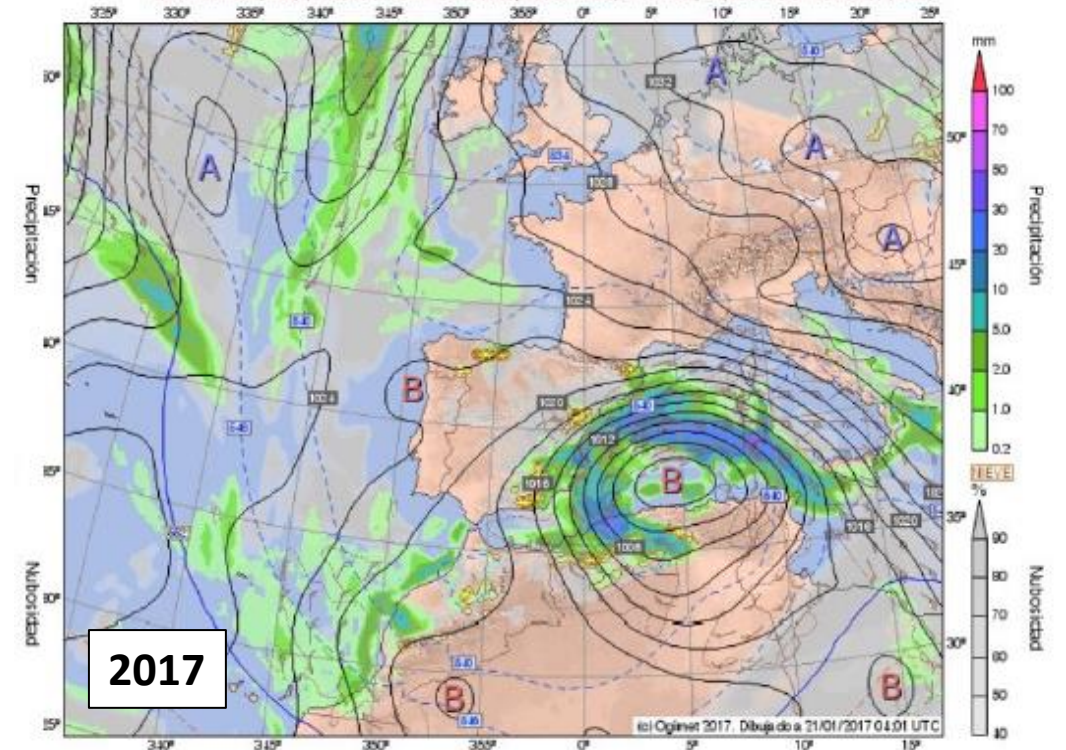
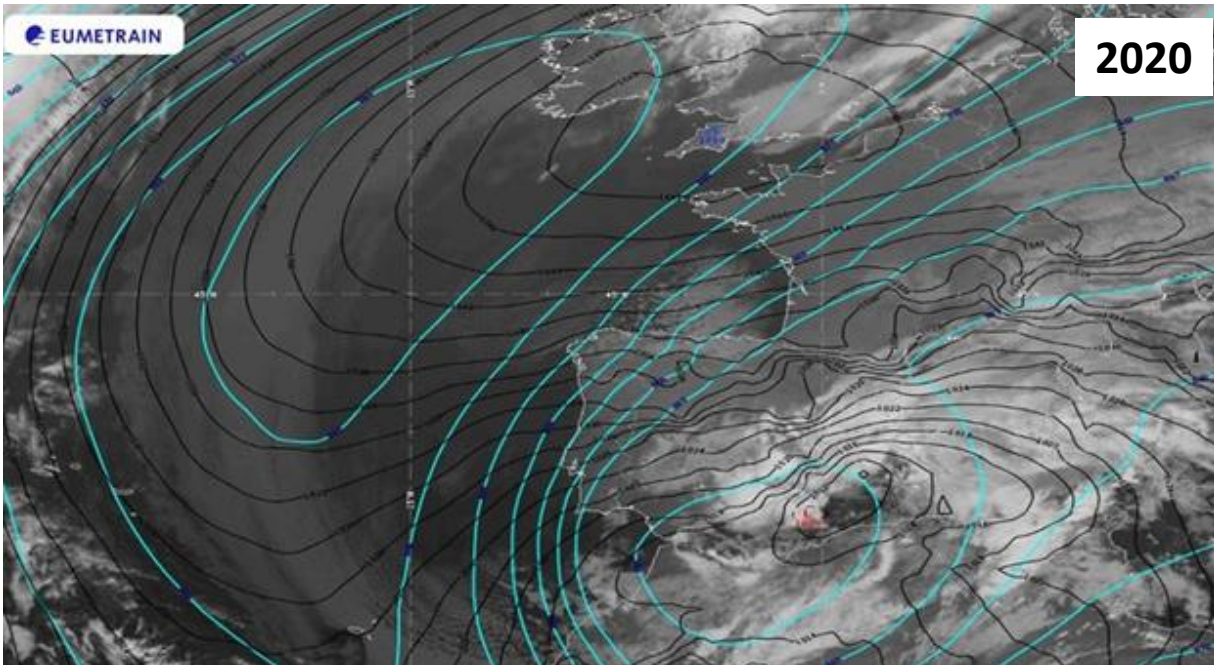
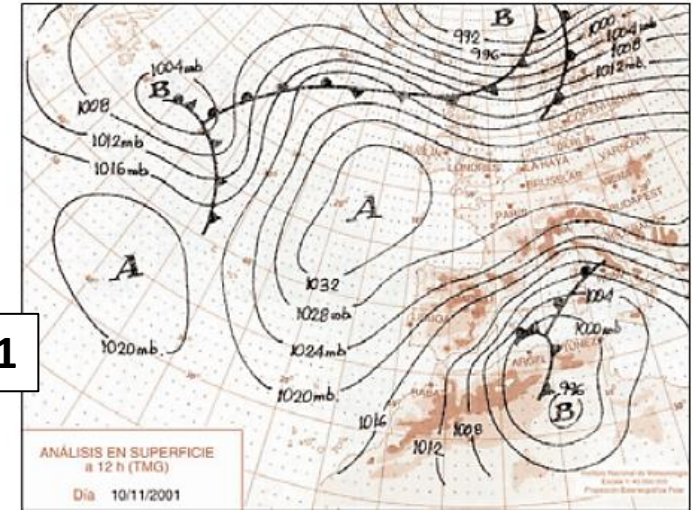


Caracterización climática Temporal marítimo asociado a Gloria

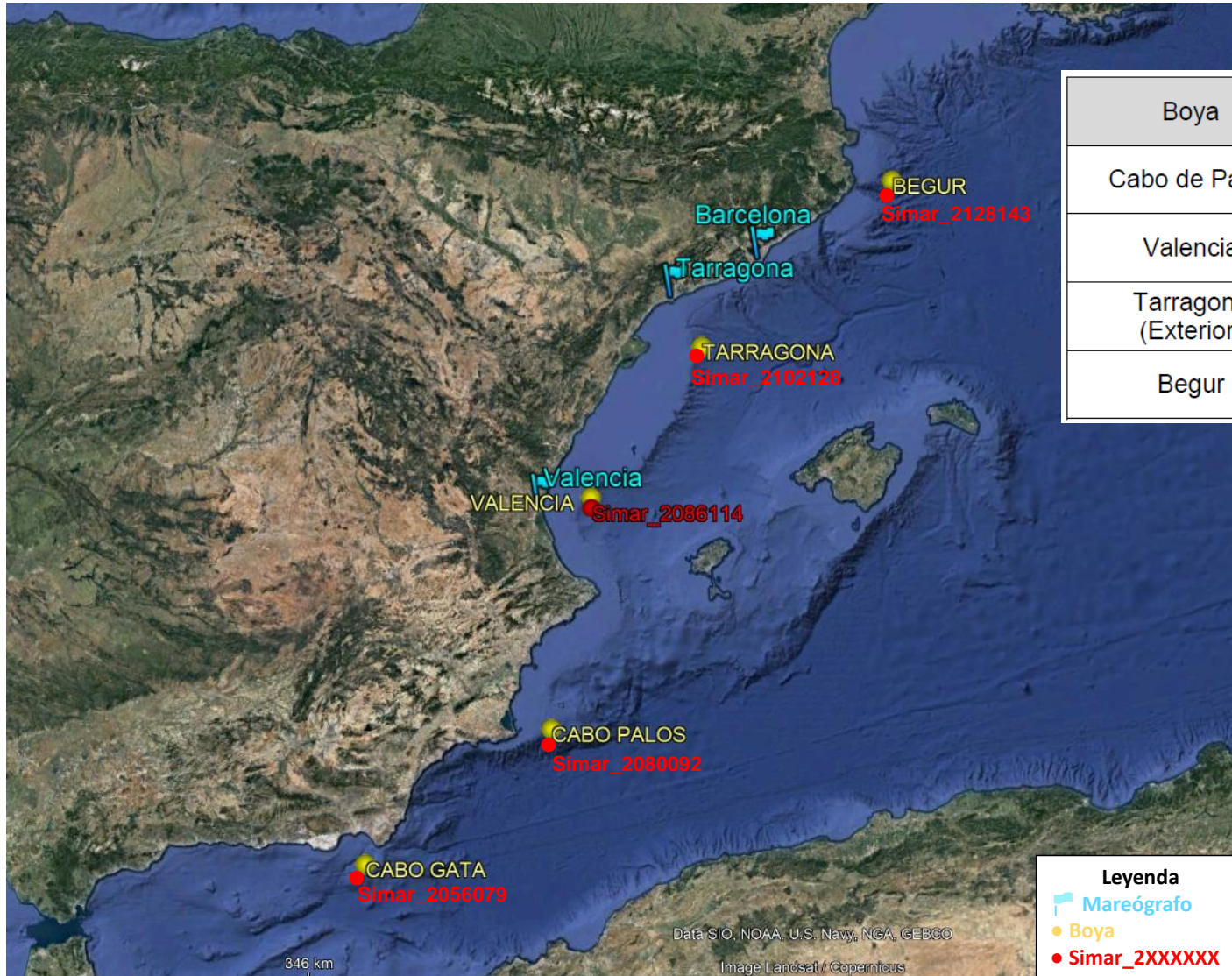
Caracterización de la borrasca: ¿la tormenta perfecta?



2001



Oleaje



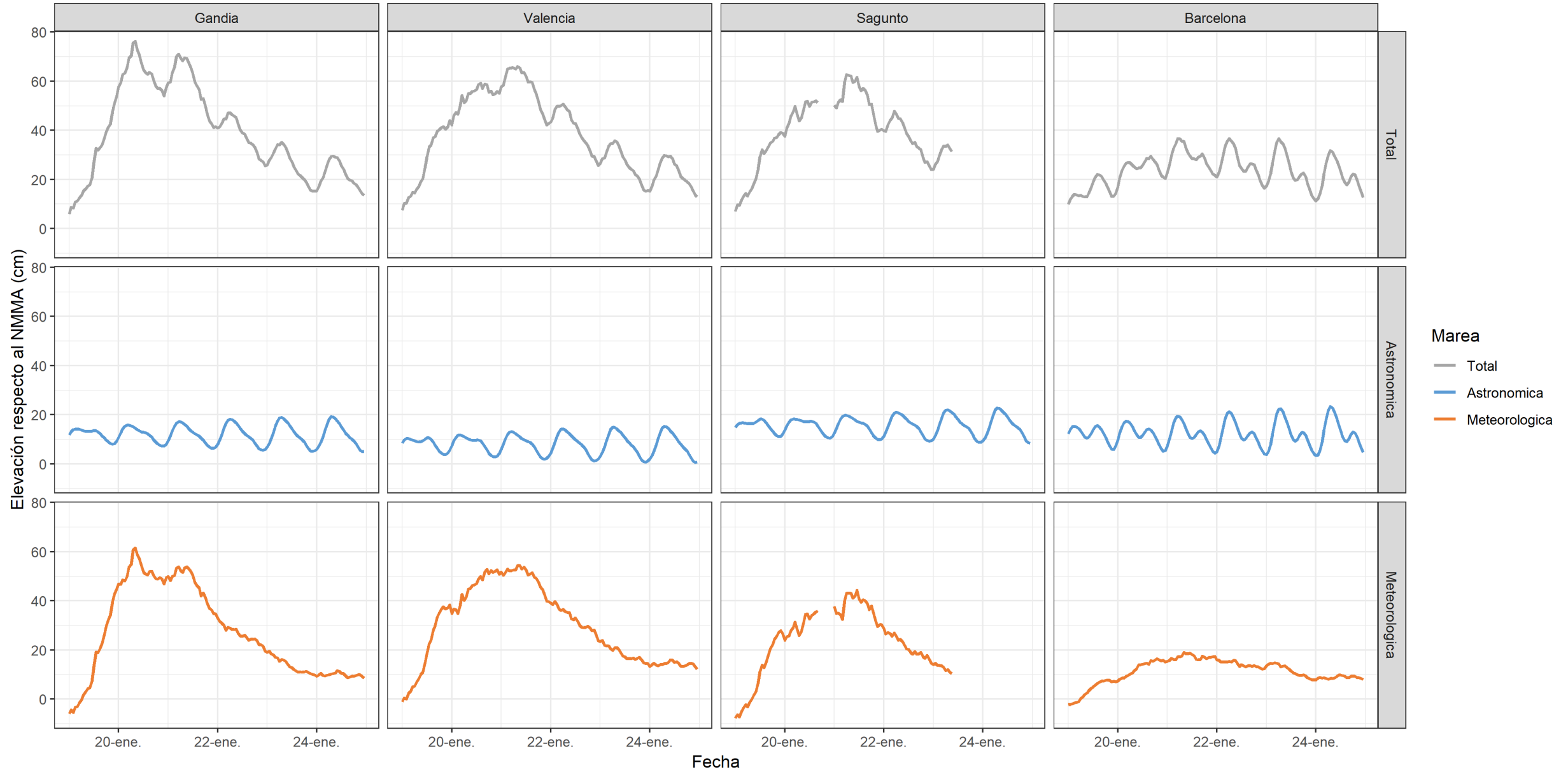
Altura

Boya	Fecha y hora	H_{m0} (m)	H_{max} (m)	T_p (s)	Dir. Media (°)	Dir. T_p (°)
Cabo de Palos	2020-01-20 02:00	6.0	NA	11.7	26	23
Valencia	2020-01-20 06:00	8.4	NA	11.7	55	51
Tarragona (Exterior)	2020-01-20 13:00	7.6	11.4	11.9	78	84
Begur	2020-01-21 00:00	7.8	13.3	12.5	67	62

Duración

Boya	Horas $T_p \geq 12$ s	Horas $H_{m0} \geq 4$ m	Horas $T_p \geq 12$ s y $H_{m0} \geq 4$ m
Cabo de Palos	44	18	9
Valencia	40	53	33
Tarragona	27	69	27
Begur	16	79	16

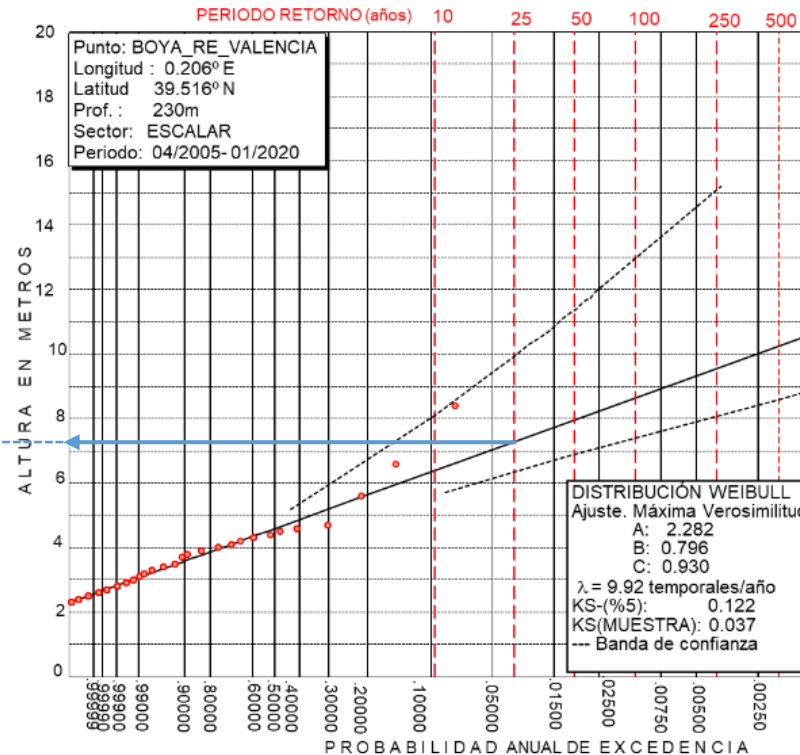
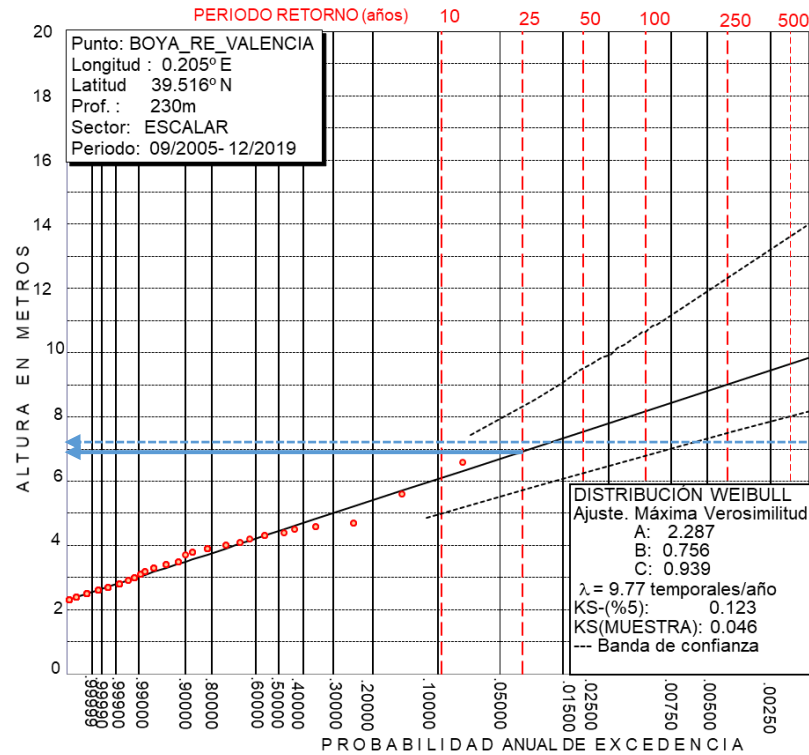
Nivel del mar



Máximos temporales registrados

PUNTO	Año	Mes	Día	Hora	H _{m0} m	T _p s	¹⁾ Dir_Ol	²⁾ V m/s	¹⁾ Dir_ Vie	Flujo Energía N/m	³⁾ Nivel Mar m	⁴⁾ Duración h
Begur	2001	---	---	---	---	---	---	---	---	---	□□□	---
	2017	---	---	---	---	---	---	---	---	---	□□□	---
	2020	1	21	0	7.8	12.5	67	17.5	68	542.8	□□□	26.0
Tarragona	^{*)} , #) 2001	11	16	3	6.3	11.2	71	18.9	53	442.9	0.64 / F. V.	12.0
	2017	1	21	22	6.2	10.5	74	19.8	28	395.7	0.31 / F. V.	2.0
	2020	1	20	13	8.9	11.9	78	22.3	48	673.9	0.59 / Pr. P.	39.0
Valencia	^{*)} 2001	11	15	20	6.8	11.2	60	21.6	44	503.6	0.57 / Pr. P.	8
	2017	1	21	19	6.5	11.1	57	16.6	8	459.8	0.39 / F.V.	9
	2020	1	20	11	8.2	12.5	49	20.0	25	824.0	0.55 / F. LL.	30
Palos	2001	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2017	1	21	23	6.5	10.5	33	2.4	12	434.9	□□□	5
	2020	1	20	0	5.9	12.5	24	21.4	31	426.6	□□□	4
Gata	2001	---	---	---	---	---	---	---	---	---	□□□	---
	2017	---	---	---	---	---	---	---	---	---	□□□	---
	2020	---	---	---	---	---	---	---	---	---	□□□	---

Regímenes extremales: variación del periodo de retorno



T. Registro	BEGUR		TARRAGONA		VALENCIA	
	09/1993 12/2019	09/1993 01/2020	09/2004 12/2019	09/2004 01/2020	09/2005 12/2019	09/2005 01/2020
H_{m0_MAX} (m)	7,4	7,8	6,2	7,6	6,6	8,4
T. Retorno (años)						
5	7,2	7,3	5,1	5,4	5,5	5,7
10	7,6	7,7	5,6	6,0	6,1	6,4
15	7,8	8,0	5,9	6,3	6,5	6,8
25	8,1	8,3	6,2	6,7	6,9	7,3
50	8,5	8,8	6,7	7,3	7,6	8,0
100	8,9	9,2	7,2	7,9	8,2	8,7
150	9,1	9,4	7,4	8,2	8,6	9,1
200	9,3	9,6	7,6	8,5	8,8	9,4
250	9,4	9,7	7,8	8,7	9,0	9,6
300	9,5	9,8	7,9	8,9	9,2	9,8
350	9,6	9,9	8,0	9,0	9,3	10,0
400	9,7	10,0	8,1	9,1	9,5	10,1
450	9,7	10,1	8,2	9,2	9,6	10,2
500	9,8	10,1	8,3	9,3	9,7	10,3
T. Efectivo datos (años)	15,32		14,64		12,59	
T.Retorno (años) asociado a la borrasca Gloria	14,20	10,94	189,03	71,18	126,65	78,74

EFFECTOS EN LA COSTA PENINSULAR MEDITERRÁNEA

Efectos en los sistemas naturales

Impactos en sistemas naturales. Sistemas dunares

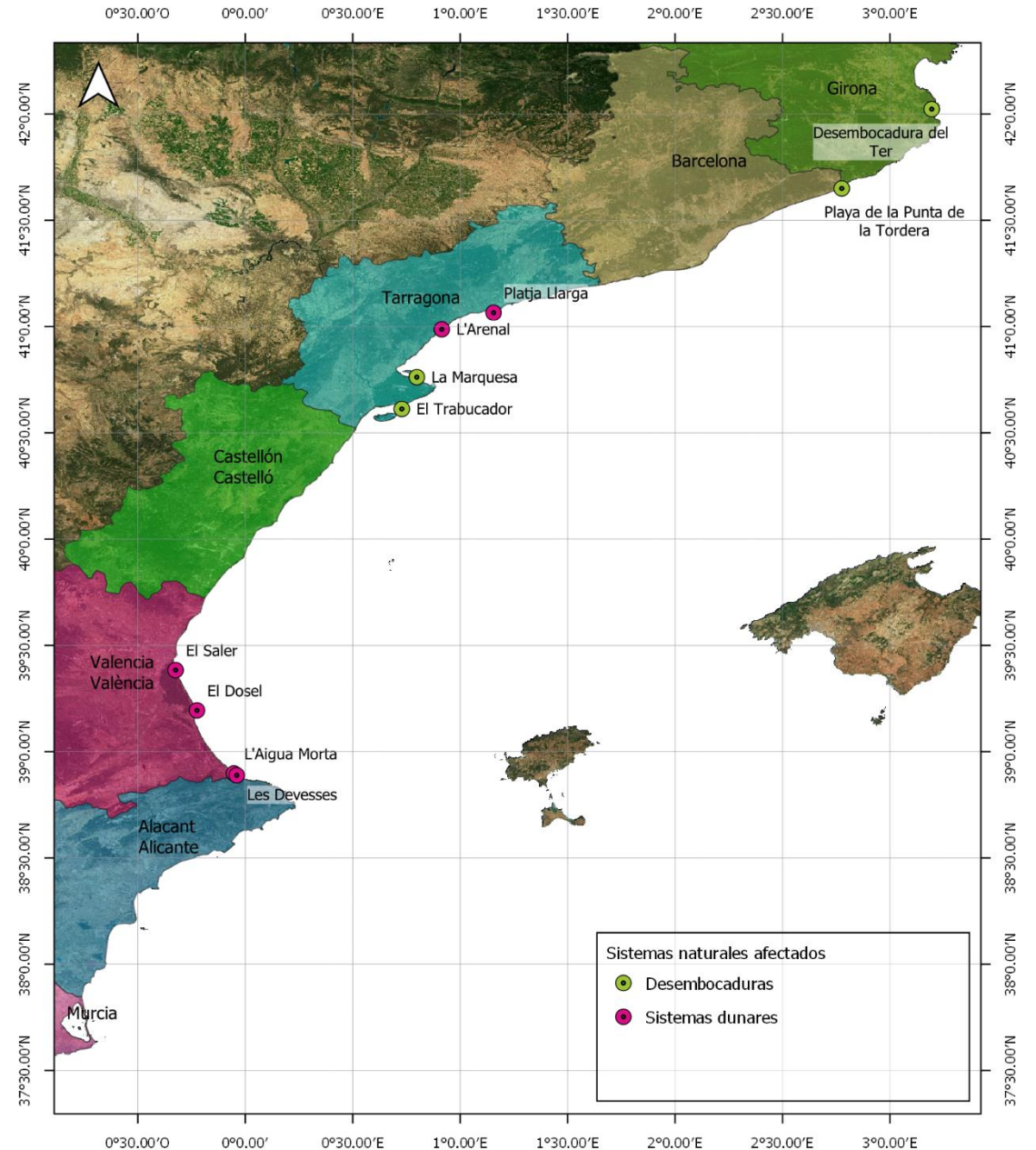
- Zonas naturales:
 - Sistemas dunares protegidos: Fuerte impacto en prácticamente todos los sistemas
 - Desembocaduras
 - Delta del Ebro
 - Marjales
 - Albuferas
- Menor cobertura mediática
- **Sistemas dunares**
 - Zonas más afectadas ⇒ Valencia
 - LIC “Dunas de la Safor” (Oliva, Cullera)
 - Sistema dunar del Parque Natural de la Albufera
 - Impactos
 - Erosión (Valencia): **Retranqueo de la línea de pie de duna**
 - Playa de les Deveses (Oliva): 7 m
 - Playa del Dosel (Cullera): 10 m
 - Resto: 4 - 5 m.
 - Enterramiento (Castellón, Tarragona)

Impactos en sistemas dunares

Les Deveses (Oliva)



L'Aigua Morta (Oliva)



Impactos en sistemas dunares



Ortofoto del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
Generalitat de Catalunya (24/01/2020 a 27/01/2020)

El Arenal (Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant)



Ortofoto del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
Generalitat de Catalunya (diciembre 2019)



El Arenal (Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant)

Desembocaduras

Delta del Ebro: barra del Trabucador



Delta del Ebro: playa la Marquesa



Río Tordera (Malgrat de Mar)



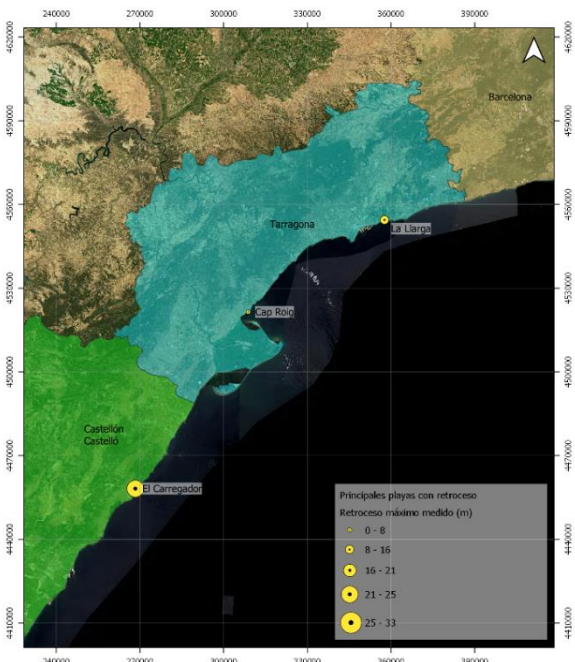
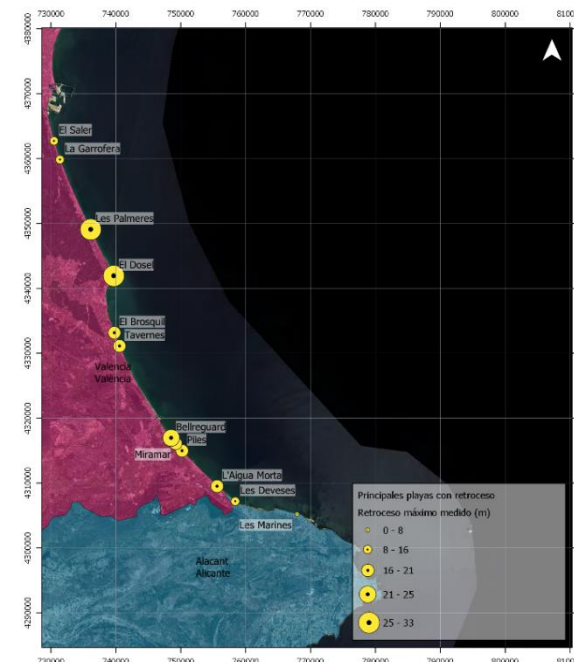
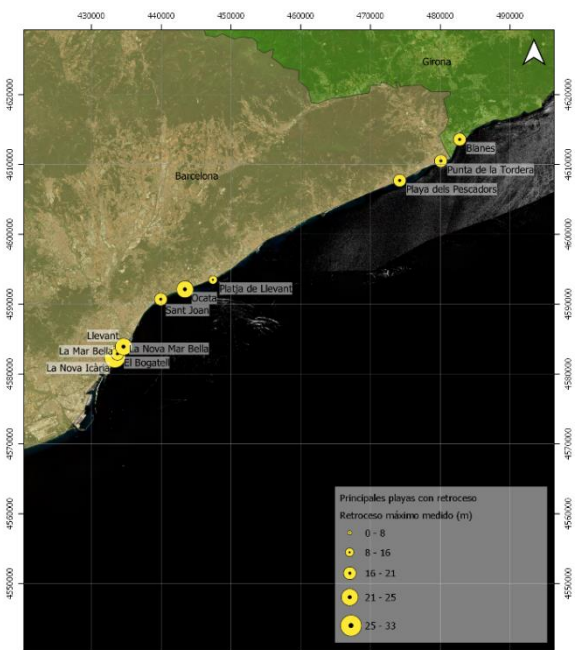
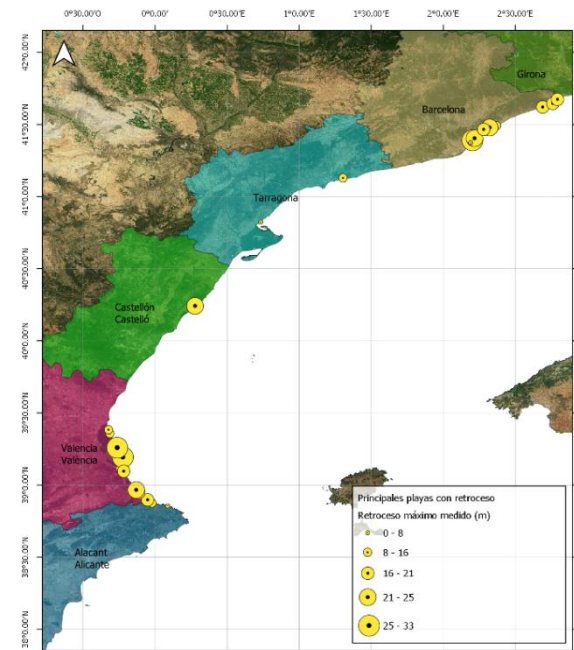
Impactos en las playas

Principales impactos:

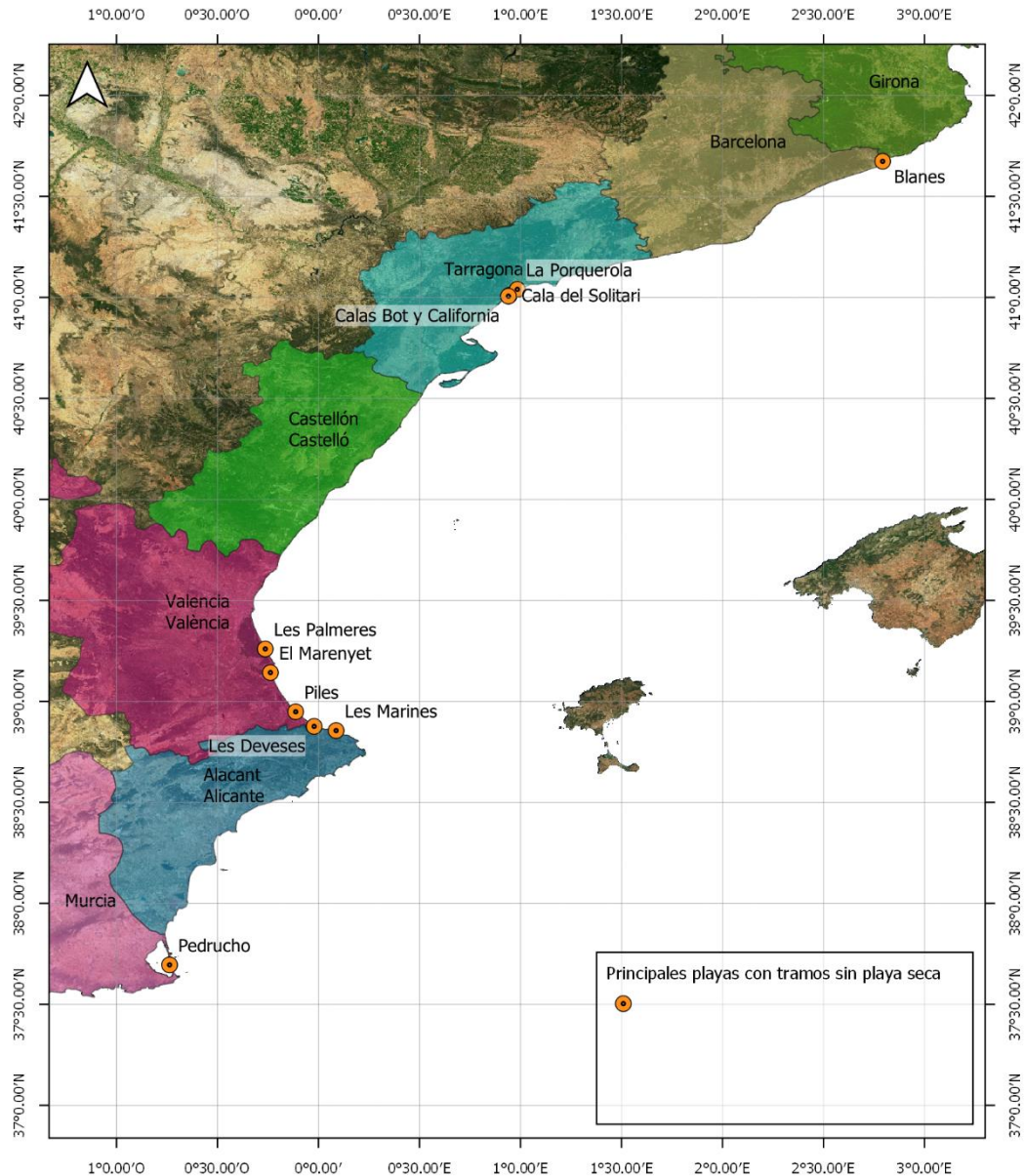
- Retroceso de la línea de costa
- Cambios en la cota del perfil de playa
- Invasión de material sedimentario en la trasplaya
- Tómbolos y hemitómbolos
- Alcance del mar

Retroceso de la línea de orilla

Provincia	Término Municipal	Playa / Zona	Retroceso o máximo (m)	Progradación máxima (m)	Valor medio de retroceso (m)	Longitud del tramo medido (m) ²
Alicante	Denia	Les Marines	8		6	341
Alicante	Denia	Les Deveses	14	5	6	1008
Valencia	Oliva	L'Aigua Morta	19		12	937
Valencia	Piles	Piles	21		14	635
Valencia	Miramar	Miramar	20		11	887
Valencia	Bellreguard	Bellreguard	25		14	416
Valencia	Tavernes de la Valldigna	Tavernes	17	7	7	429
Valencia	Cullera	El Brosquil	19	7	10	1094
Valencia	Cullera	El Dosel	32		14	1179
Valencia	Sueca	Les Palmeres	30		7	682
Valencia	Valencia	Garrofera	14		6	349
Valencia	Valencia	El Saler	13		4	290
Castellón	Alcalá de Xivert	El Carregador	25			
Tarragona	L'Ampolla	Cap Roig	7	3	1	181
Tarragona	Tarragona	Playa Llarga	15		11	482
Barcelona	Barcelona	*S.Miquel-S. Sebastià	4			898
Barcelona	Barcelona	*Barceloneta	8			389
Barcelona	Barcelona	*Somorrostro	16			430
Barcelona	Barcelona	*Nova Icària	33			377
Barcelona	Barcelona	*Bogatell	17			520
Barcelona	Barcelona	*Mar Bella	16			390
Barcelona	Barcelona	*Nova Mar Bella	14			325
Barcelona	Barcelona	*Llevant	25			296
Barcelona	Mongat	Mongat	18		13	165
Barcelona	El Masnou	Ocata	23		15	130
Barcelona	Premià de Mar	Premià de Mar	16			230
Barcelona	Arenys de Mar	Cavalló		22		250
Barcelona	Pineda de Mar	Els Pescadors	20			225
Barcelona	Malgrat de Mar	Punta de la Tordera	20		13	240
Girona	Blanes	Blanes	20			290



Retroceso de la línea de orilla: retrocesos más graves



- En general:
 - Playas con retrocesos graves: playas urbanas sin sistema dunar y límite interior rígido.
 - Les Marines (Alicante)

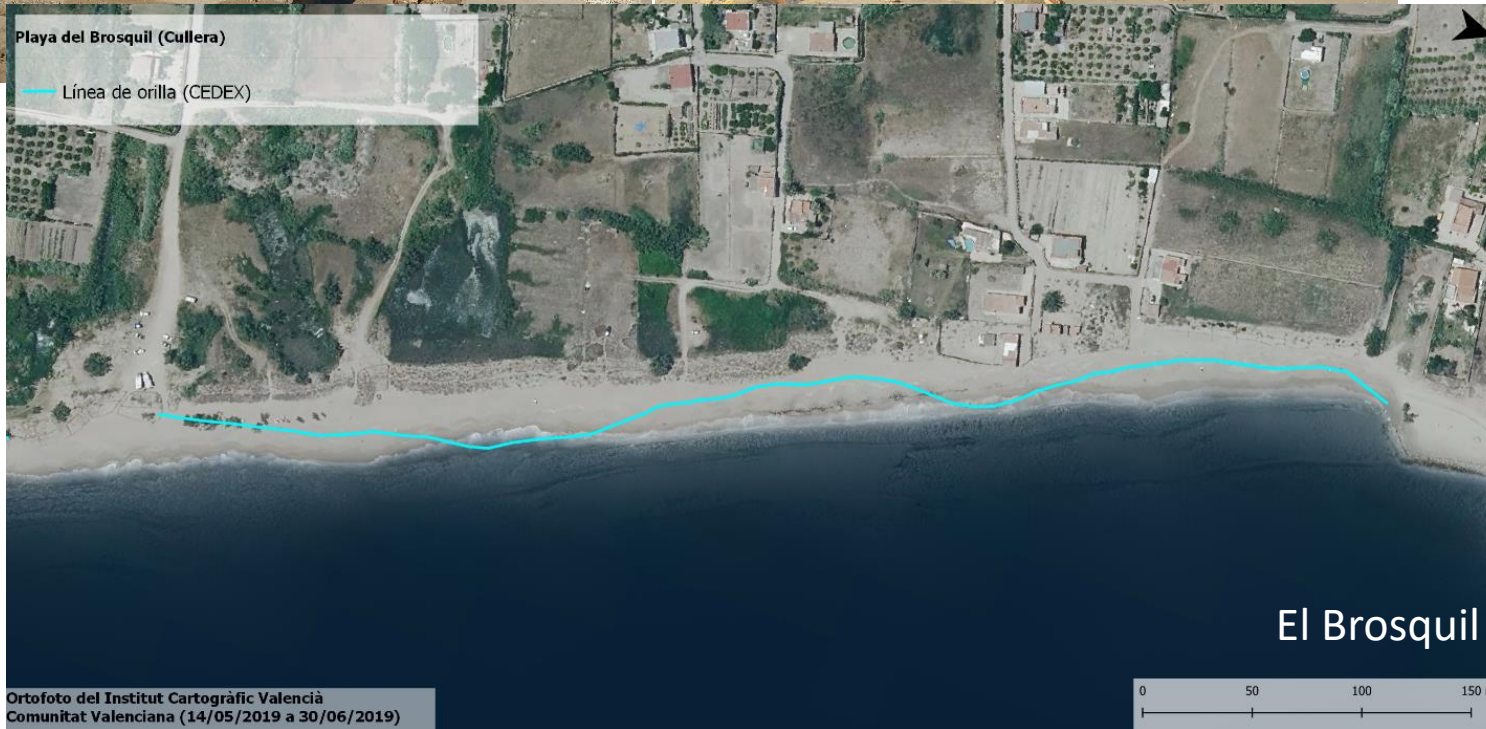


- Playas con retrocesos leves: las playas naturales o semiurbanas con estructuras dunares.
 - Ejemplos de estos últimos casos son las playas de Les Deveses o de L'Aigua Morta, ambas en el término municipal de Oliva (Valencia).

Retroceso de la línea de orilla: recuperación, progradación



Les Palmeres

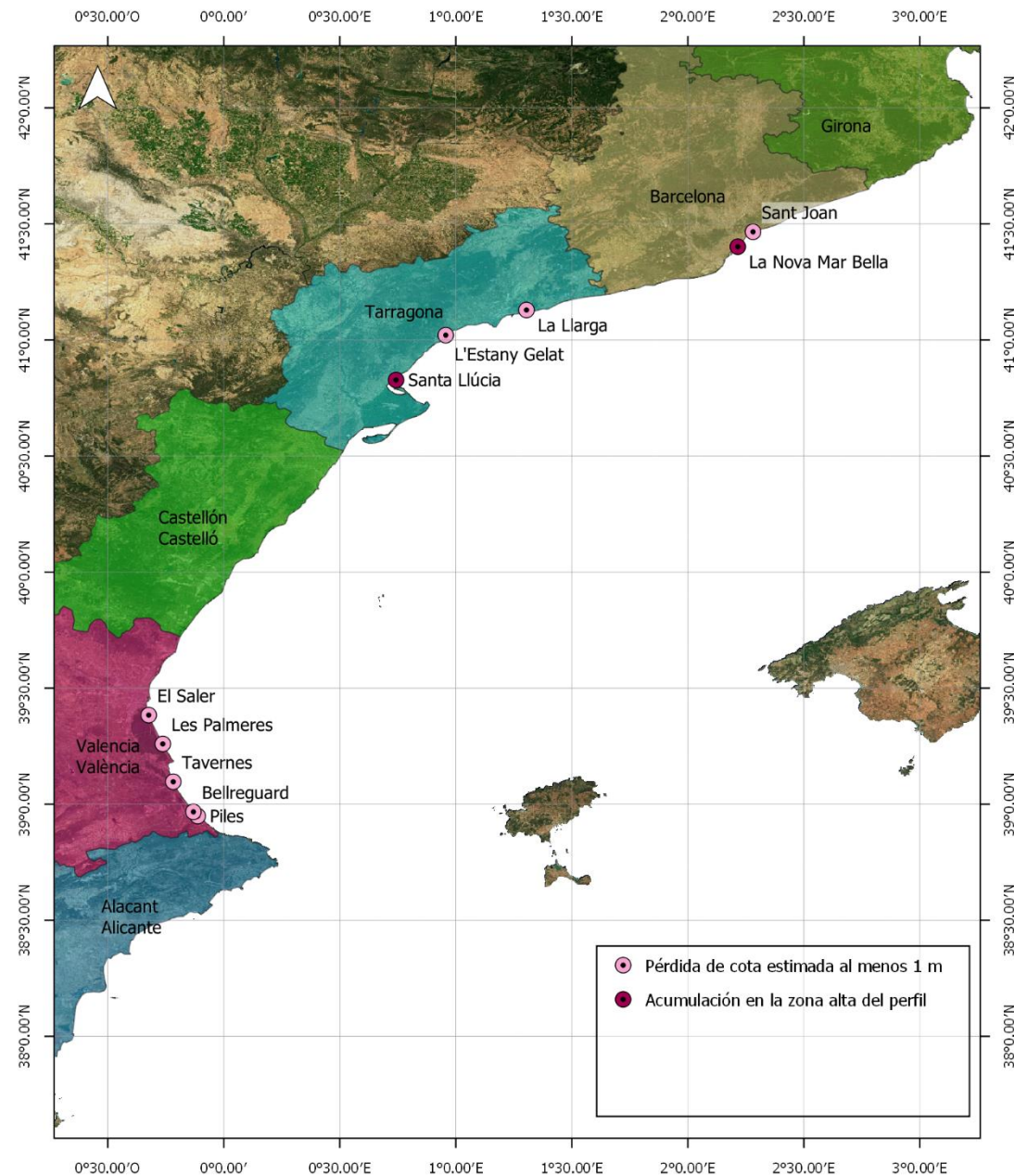


Cambios en la cota del perfil de playa: pérdidas de cota

Montgat (Montgat, Barcelona)



Tavernes de Valldigna



Cambios en la cota del perfil de playa: acumulaciones en berma

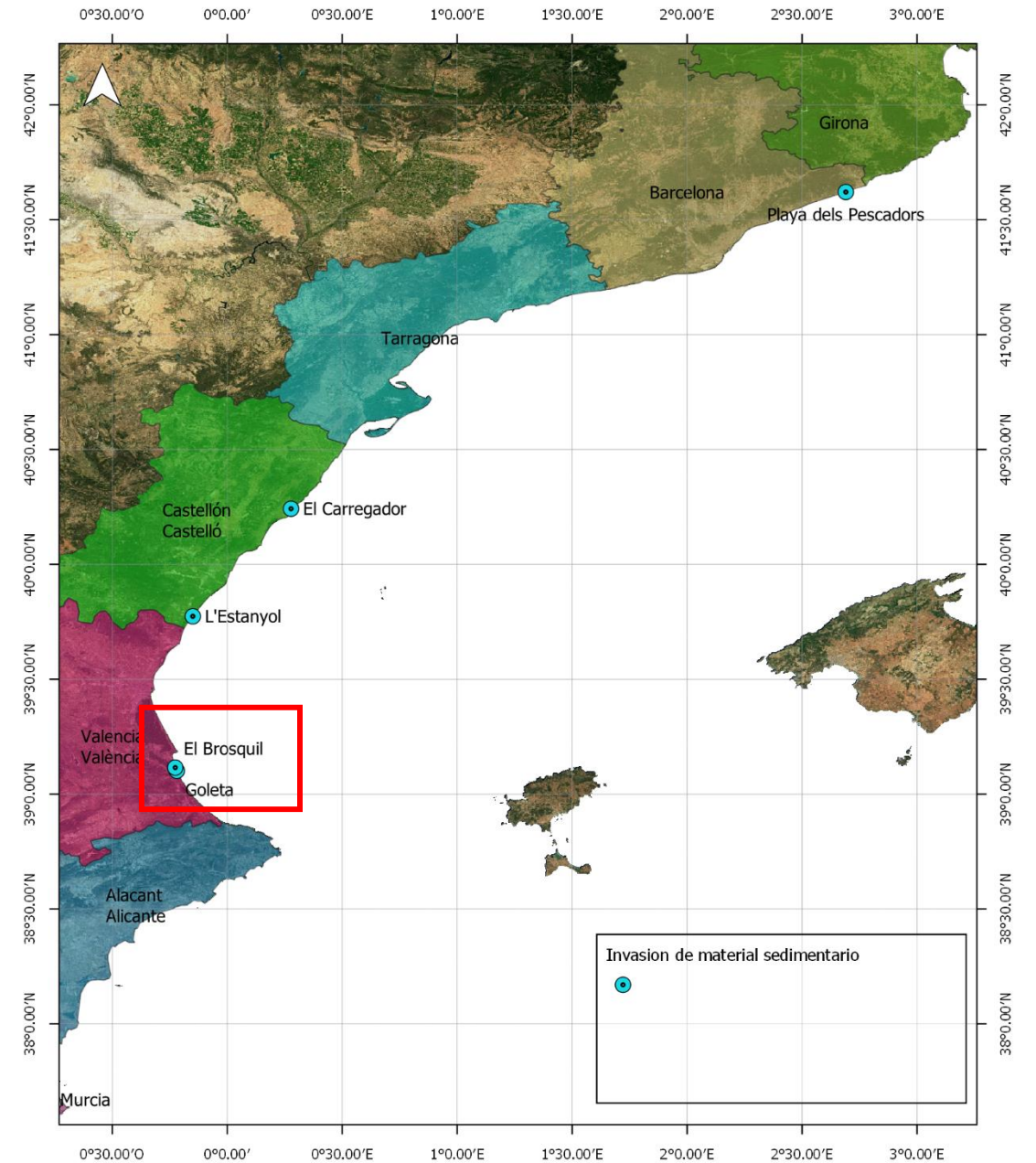


Nova Mar Bella (Barcelona)

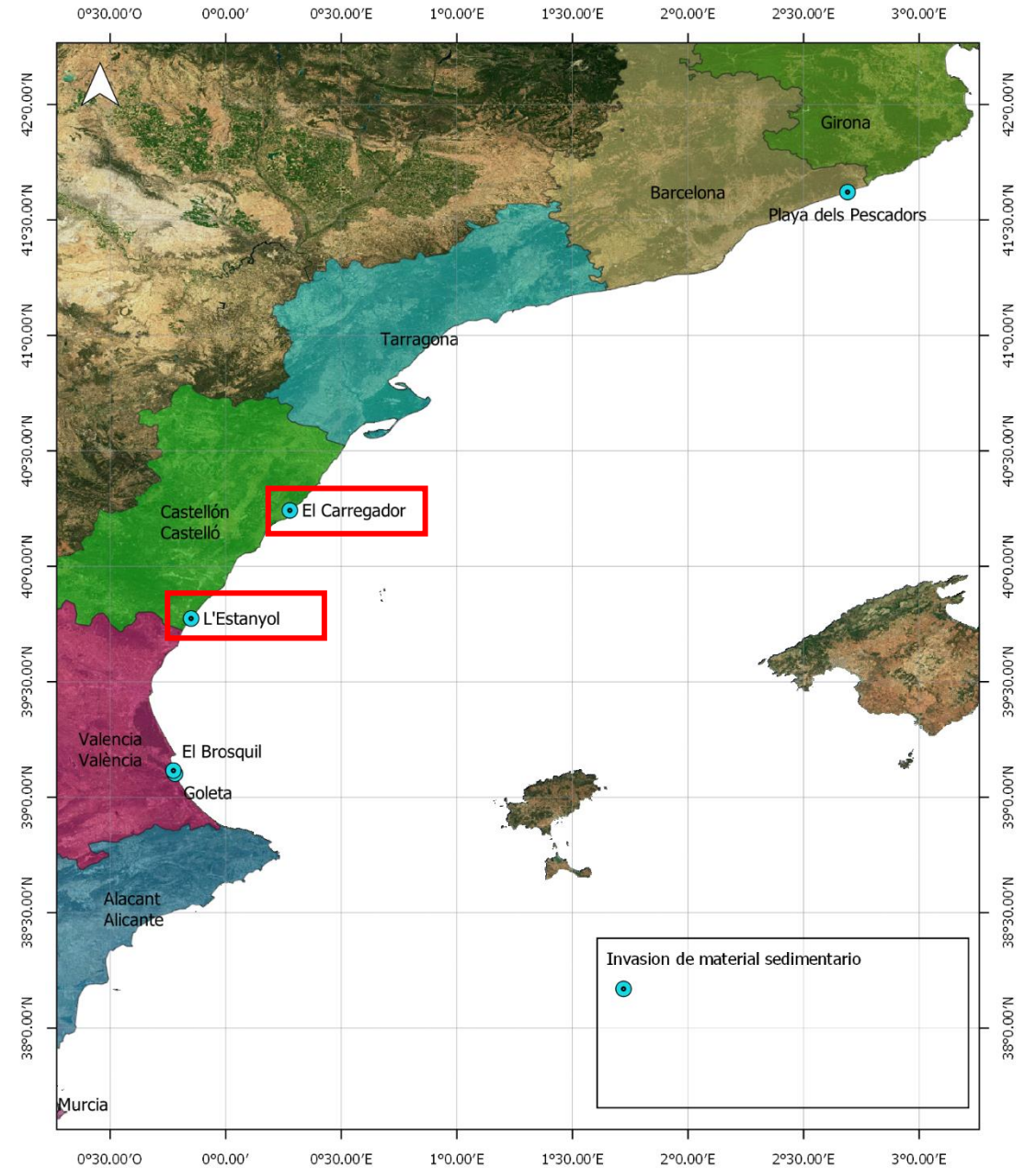


Santa Llúcia (El Perelló, Tarragona)

Invasión de material sedimentario



Invasión de material sedimentario



Efectos en tómbolos y hemitómbolos

Tabla 1. Zonas visitadas con tómbolos o hemitómbolos y efectos detectados

Provincia	Término Municipal	Playa / Zona	Estado predominante	Naturaleza del obstáculo	Efectos
Valencia	Oliva	Pau Pi	Hemitómbolo	Promontorio rocoso	-
Valencia	Cullera	L'Estany	Tómbolos	Diques exentos	Pérdida cota Desconexión Adelgazamiento
Castellón	Chilches	El Cerezo	Tómbolos	Diques exentos	Desconexión
Tarragona	El Perelló	Santa Llúcia	Hemitómbolo	Promontorio rocoso	Reducción de tamaño
Tarragona	Cambrils	L'Arcadia	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión
Tarragona	Cambrils	La Llosa	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión
Tarragona	Cunit	Cunit	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión Adelgazamiento Pérdida cota
Barcelona	Sitges	Les Anquiles	Tómbolo	Diques exentos	Mínima desconexión
Barcelona	Sitges	Terramar	Tómbolo	Diques exentos	Mínima desconexión y cambio de forma



L'Estany (Cullera, Valencia).

Efectos en tómbolos y hemitómbolos

Tabla 1. Zonas visitadas con tómbolos o hemitómbolos y efectos detectados

Provincia	Término Municipal	Playa / Zona	Estado predominante	Naturaleza del obstáculo	Efectos
Valencia	Oliva	Pau Pi	Hemitómbolo	Promontorio rocoso	-
Valencia	Cullera	L'Estany	Tómbolos	Diques exentos	Pérdida cota Desconexión Adelgazamiento
Castellón	Chilches	El Cerezo	Tómbolos	Diques exentos	Desconexión
Tarragona	El Perelló	Santa Llúcia	Hemitómbolo	Promontorio rocoso	Reducción de tamaño
Tarragona	Cambrils	L'Arcadia	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión
Tarragona	Cambrils	La Llosa	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión
Tarragona	Cunit	Cunit	Tómbolos	Campo de diques exentos	Desconexión Adelgazamiento Pérdida cota
Barcelona	Sitges	Les Anquiles	Tómbolo	Diques exentos	Mínima desconexión
Barcelona	Sitges	Terramar	Tómbolo	Diques exentos	Mínima desconexión y cambio de forma



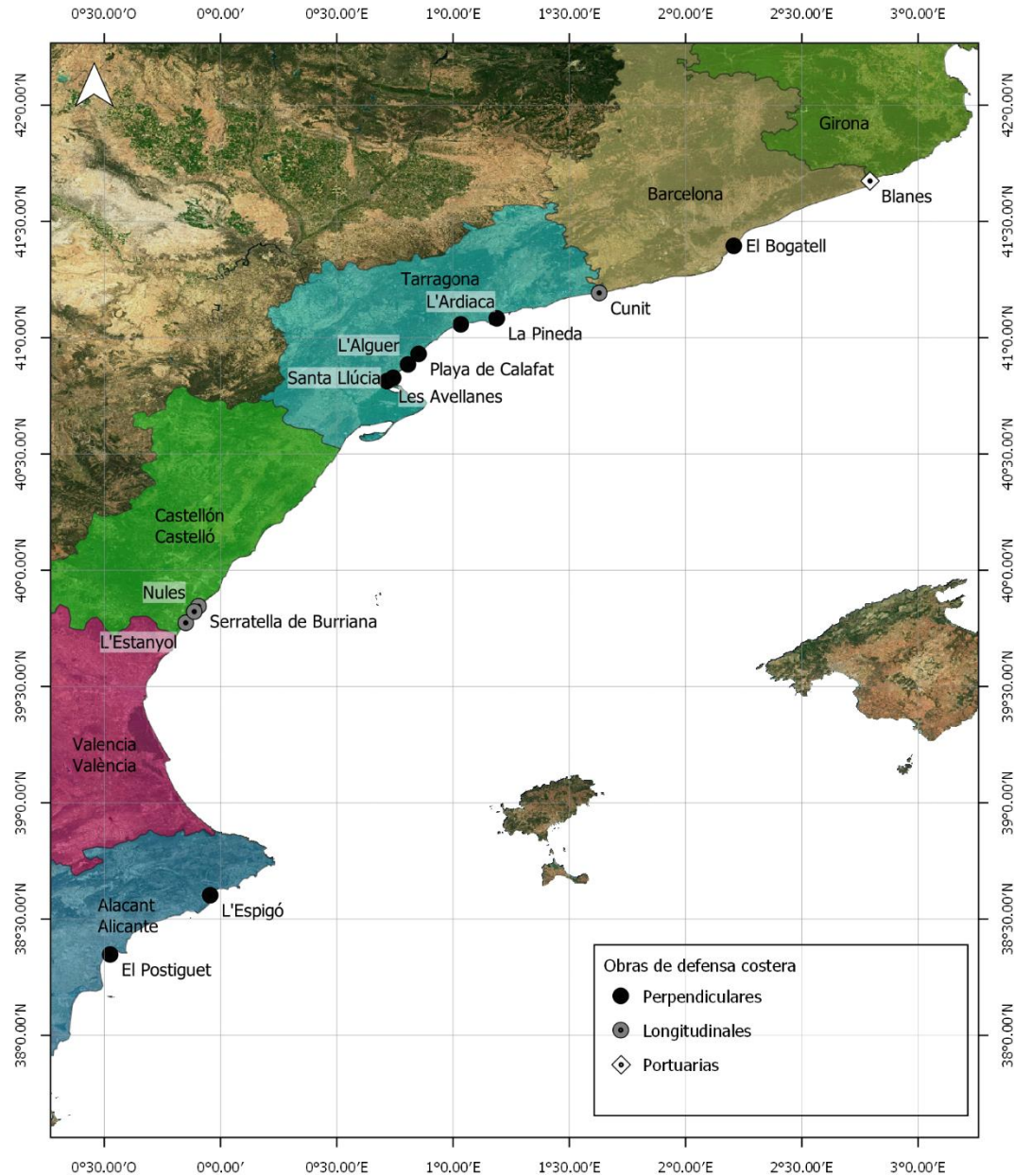
Cunit (Cunit, Tarragona).

Alcance del mar (Inundaciones)

- En el presente informe no se incluye el detalle de este alcance, que ya fue estudiado pormenorizadamente por los **servicios periféricos de la DGCM** casi de manera inmediata tras el paso de la borrasca.
- Estos servicios reportaron el alcance del mar principalmente a lo largo de las zonas urbanizadas, mediante **croquis o planos** donde se señalaban las calles hasta donde se había observado el alcance de la lámina de agua o de material sedimentario.
- De manera generalizada el mar ha alcanzado la parte alta del perfil y durante el paso de la borrasca Gloria, toda la playa ha quedado inundada, produciéndose **rebases** en prácticamente todo litoral, salvo en zonas con algún tipo de límite interior de la playa lo suficientemente elevado para minimizarlos.
- Los rebases han producido inundación de calles, campings y de cualquier infraestructura situada tras el final de la playa.

Efectos en defensas costeras

Efectos en defensas costeras



Zonas con averías en obras de defensa costera o portuarias

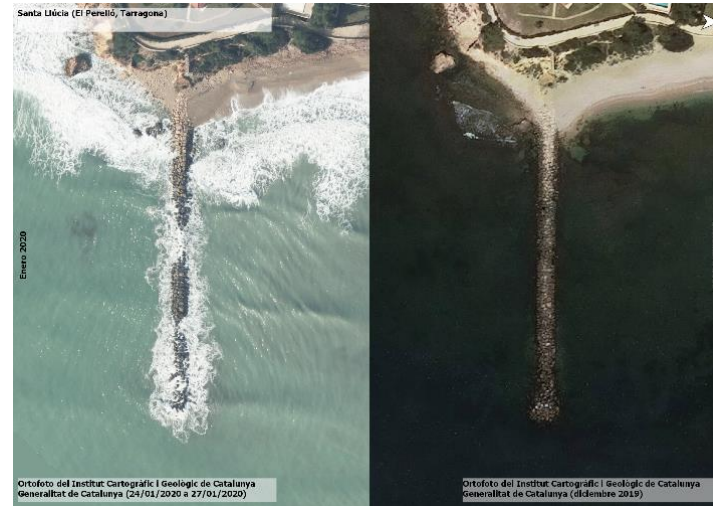
- Murcia: no se han detectado averías
- Alicante: inicio de avería en espigones de la playa del Espigó (Altea) y el dique exento de la playa del Postiguet (Alicante).
- Valencia: no se han detectado averías
 - Averías preexistentes al paso de la borrasca si se recurre a la comparación con ortofotos previas
- Castellón: daños en los espigones de las playas de L'Estanyol (Moncofa), Nules y la Serratella de Burriana.
- Tarragona y Barcelona:

Provincia	Término Municipal	Playa
Tarragona	L'Ampolla	Les Avellanes
Tarragona	El Perelló	Santa Llúcia
Tarragona	L'Ametlla de Mar	L'Alguer
Tarragona	L'Ametlla de Mar	Playa de Calafat
Tarragona	Cambrils	L'Ardiaca
Tarragona	Vila-seca	La Pineda
Tarragona	Cunit	Cunit
Barcelona	Barcelona	El Bogatell

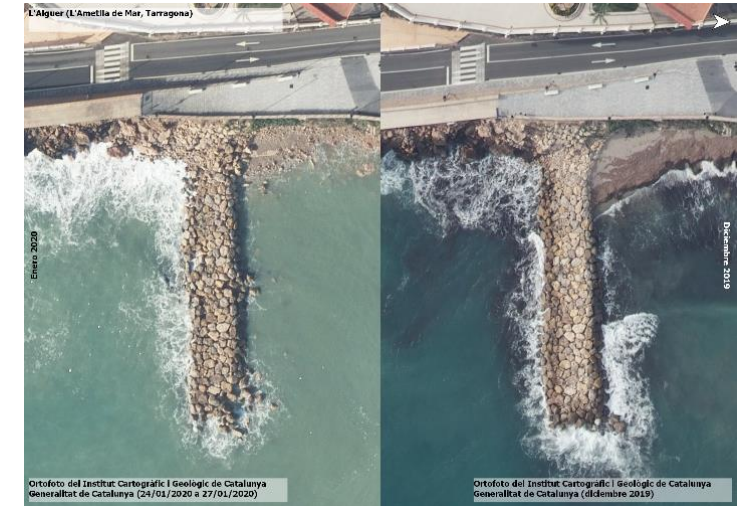
Efectos en defensas costeras. Daños en Tarragona



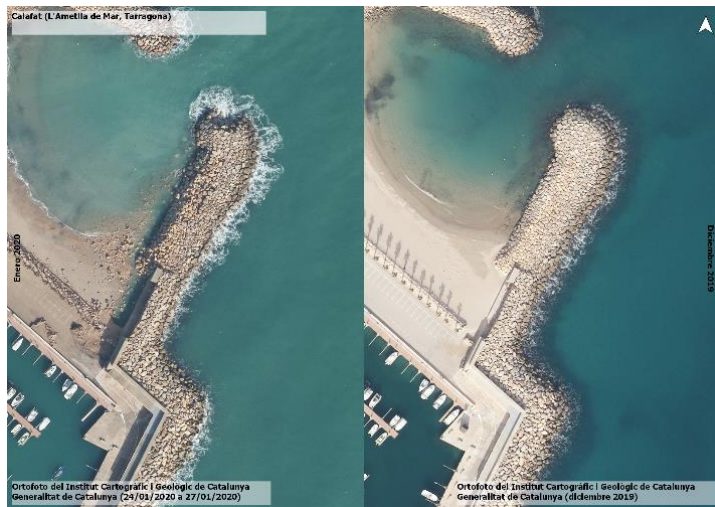
Les Avellanes (L'Ampolla, Tarragona)



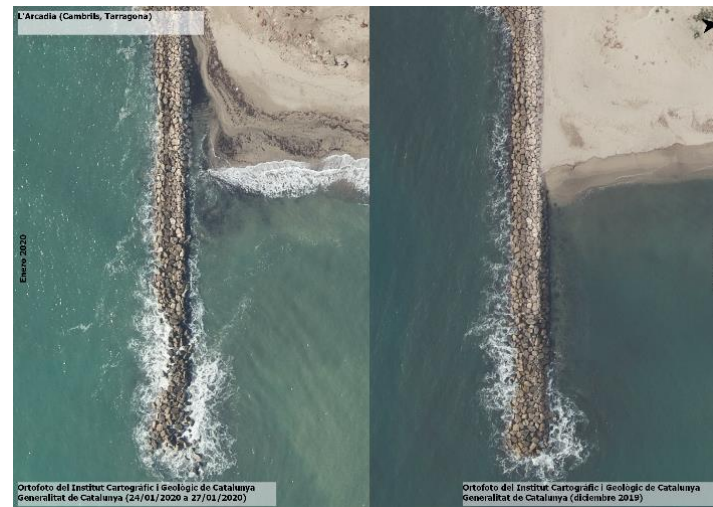
Santa Llúcia (El Perelló, Tarragona)



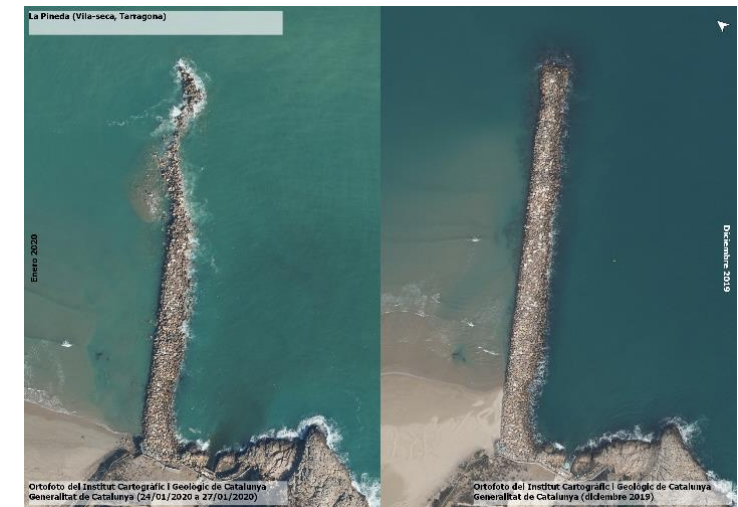
L'Alguer (L'Ametlla de Mar, Tarragona)



Calafat (L'Ametlla de Mar, Tarragona)

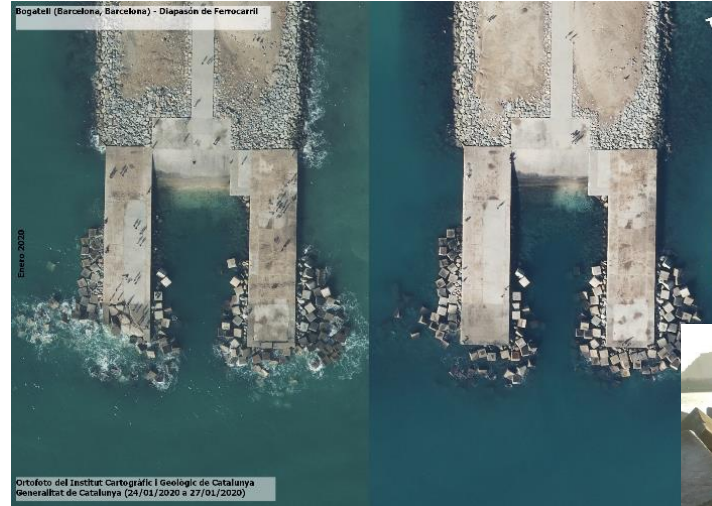


L'Arcadia (Cambrils, Tarragona)



La Pineda (Vila-seca, Tarragona)

Efectos en defensas costeras. Daños en Barcelona



Bogatell (Barcelona) – Diapasón Ferrocarril



Bogatell (Barcelona) – Diapasón Bogatell



Bogatell (Barcelona) – Diapasón Ferrocarril



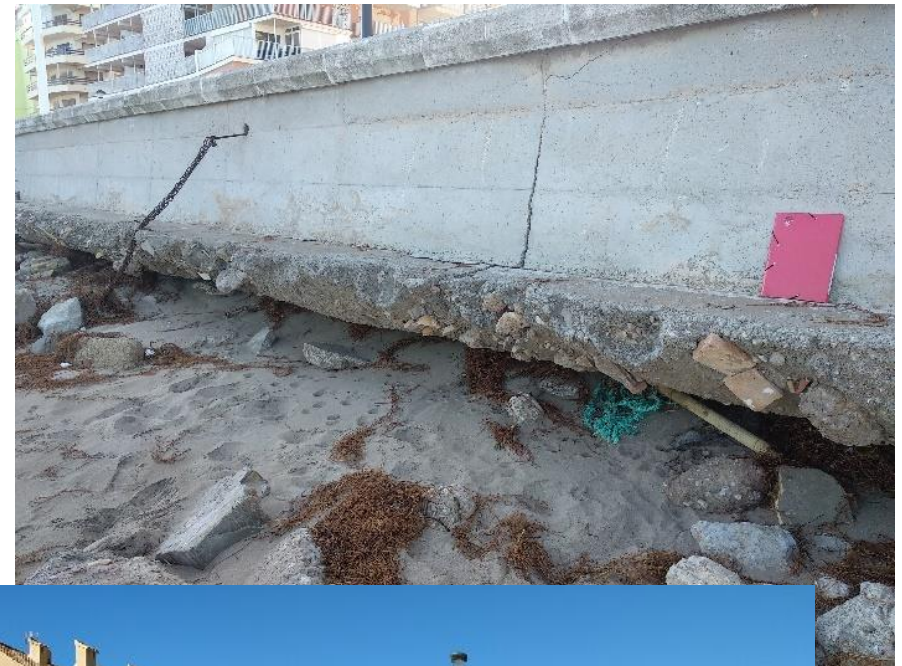
**Efectos en paseos marítimos,
muros y mobiliario urbano**

Efectos en paseos marítimos, muros y mobiliario urbano

- Concentración de **actividad** en la costa \Rightarrow **ocupación** \Rightarrow **aumento del riesgo**
- Muros y paseos marítimos:
 - Todo tipo de avería en algún punto del tramo de costa entre Cabo de Palos y El Estartit
 - Tipos de daño:
 - Caídas de las terminaciones de muros o muretes
 - Pavimento levantado
 - Barandillas arrancadas
 - Caída de tramos de muretes
 - Socavones, cimentaciones que han quedado a la vista, socavaciones en los muros de los paseos marítimos
 - Derrumbes de muros y parte del trasdós
 - La provincia de Valencia es la que ha concentrado los daños más importantes
- Accesos:
 - La mayoría de los accesos se han visto afectados independientemente de su localización
 - Tipos de daño:
 - Asociados a socavación
 - Rotura de pasarelas de madera: desplazamiento y desperdigamiento de los distintos módulos utilizados y, en el caso de pasarelas elevadas el colapso de los tramos finales.

Provincia	Término Municipal	Playa	Tipo de paseo	Principales efectos en el paseo
Murcia	Cartagena	Levante	Elevado respecto al nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación visible, descalzada y fracturada - Terminaciones del muro caídas
Alicante	Pilar de la Horadada	Las Villas	Zona a nivel de playa y zona elevada	<ul style="list-style-type: none"> - Socavación y colapso en la zona baja
Alicante	Jávea	La Grava	Elevado respecto al nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Daños en el revestimiento del muro y agujero
Valencia	Piles	Piles	Zona a nivel de playa y zona elevada	<ul style="list-style-type: none"> - Terminaciones del muro caídas - Muretes caídos - Zonas con cimentación visible
Valencia	Bellreguard	Bellreguard	Ligeramente por encima del nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de mirador - Daños pavimento - Destrucción de largos tramos de murete - Socavón
Valencia	Sueca	Les Palmeres	Elevado con respecto al nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación a la vista - Descalce de cimentaciones - Colapso de muros - Colapso del paseo en algún punto arrastrando infraestructuras situadas al trasdós - Socavación al pie del muro - Fracturas en los muros - Terminaciones de muro caídas
Castellón	Peñíscola	Playa Norte	Elevado con respecto al nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación a la vista - Terminaciones del muro caídas
Tarragona	L'Ampolla	Avellanes	Zona a nivel de playa y zona elevada	<ul style="list-style-type: none"> - Daños en barandillas - Daños en murete - Socavón - Colapso parte paseo
Tarragona	El Perelló	Santa Llúcia	Zona a nivel de playa y zona elevada	<ul style="list-style-type: none"> - Avería en la escollera de protección de mirador
Tarragona	L'Ametlla de Mar	L'Alguer	Zona elevada con respecto al nivel de playa y en zona escollera externa al espigón norte	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación a la vista con ligera socavación - Hundimiento de tramo
Tarragona	Roda de Berà	Playa Llarga	A nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación a la vista - Descalce del murete
Tarragona	Cunit	Cunit	A nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación a la vista - Descalce - Socavación
Barcelona	Pineda del Mar	Los Pescadores	A nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura del carril bici
Girona	Blanes	Blanes	Zona a nivel de playa y zona elevada respecto al nivel de playa	<ul style="list-style-type: none"> - Socavación del muro del paseo - Escollera de protección del muro del paseo a la vista

Les Palmeres (Sueca, Valencia)

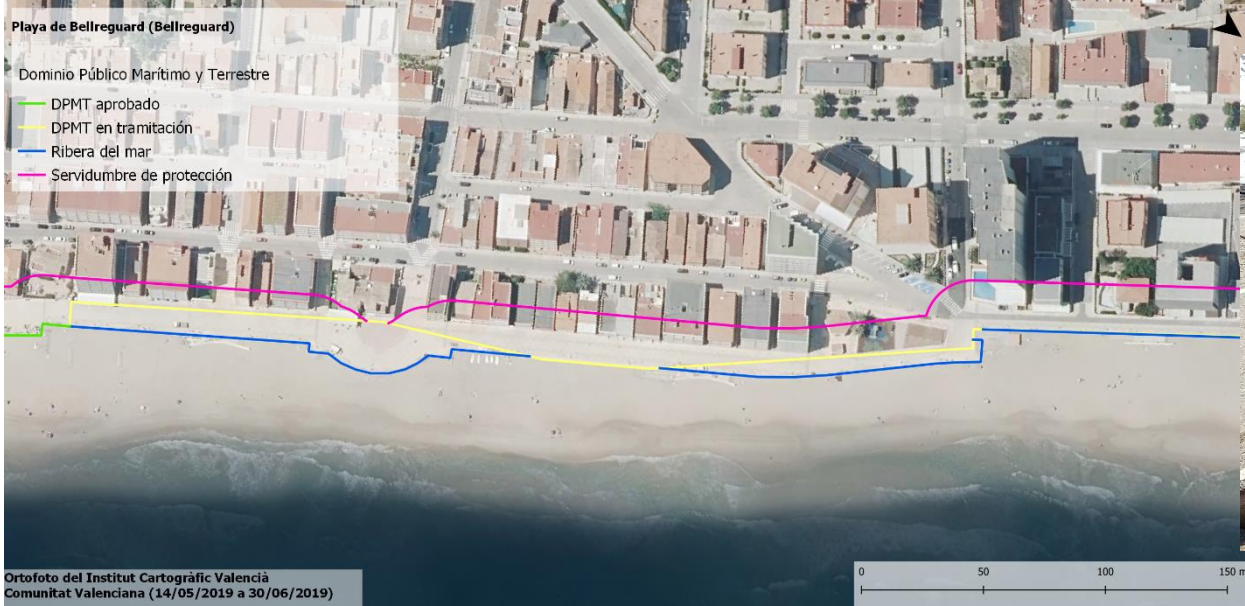


Playa Norte (Peñíscola, Castellón)



Bellreguard (Bellreguard, Valencia)

Bellreguard (Bellreguard, Valencia)



Los Pescadores (Pineda del Mar, Barcelona)

Provincia	Término Municipal	Playa	Principales efectos en los accesos
Murcia	Cartagena	Levante	– Cimentación visible en un acceso
Alicante	Pilar de la Horadada	Las Villas	– Colapso de escaleras de acceso
Valencia	Piles	Piles	– Cimentación visible en varios accesos – Tramo final de escaleras cerca de 1 m por encima de la cota de la playa
Valencia	Bellreguard	Bellreguard	– Accesos en voladizo – Cimentación visible en algunos accesos – Rotura de barandillas
Valencia	Sueca	Les Palmeres	– Descalce de cimentaciones con algún colapso de la cimentación – Rotura de barandillas
Castellón	Alcalá de Xivert	El Carregador	– Daño en pasarelas de acceso de madera
Castellón	Peñíscola	Playa Norte	– Daño en pasarelas de acceso de madera
Tarragona	L’Ampolla	Cap Roig	– Escalera en voladizo – Socavación rampa de acceso
Tarragona	El Perelló	Santa Llúcia	– Colapso tramo final escaleras – Enterramiento tramo final escaleras – Acceso en voladizo – Rotura rampa de acceso – Cimentación a la vista – Daño en pasarela de madera
Tarragona	Mont-roig del Camp	Calas Los Ángeles y del Pescador	– Socavación lateral de escaleras y rampa
Tarragona	Mont-roig del Camp	Cala del Solitari	– Cimentación a la vista
Tarragona	Mont-roig del Camp	Els Penyals (L’Estany Gelat)	– Cimentación a la vista – Varios accesos en voladizo – Tramo final escalera colapsado
Tarragona	Cunit	Cunit	– Rampa de acceso en voladizo hasta unos 50 cm por encima de la cota de la playa – Pasarelas de hormigón desplazadas – Pasarelas de madera con socavación y cimientos a la vista
Barcelona	Sitges	Playas de Sitges	– Pasarelas de acceso de planchas de hormigón desplazadas
Barcelona	Mongat	Mongat	– Accesos en voladizo – Colapso de tramo final de escaleras y rampas
Barcelona	Pineda del Mar	Los Pescadores	– Rotura de pasarelas de madera de acceso
Girona	Blanes	Blanes	– Escalera de acceso en voladizo



Playa de Piles (Piles, Valencia)



Playa del Dosel (Cullera, Valencia)



Playa de Les Palmeres (Sueca, Valencia)



Playa de Cunit (Cunit, Tarragona)



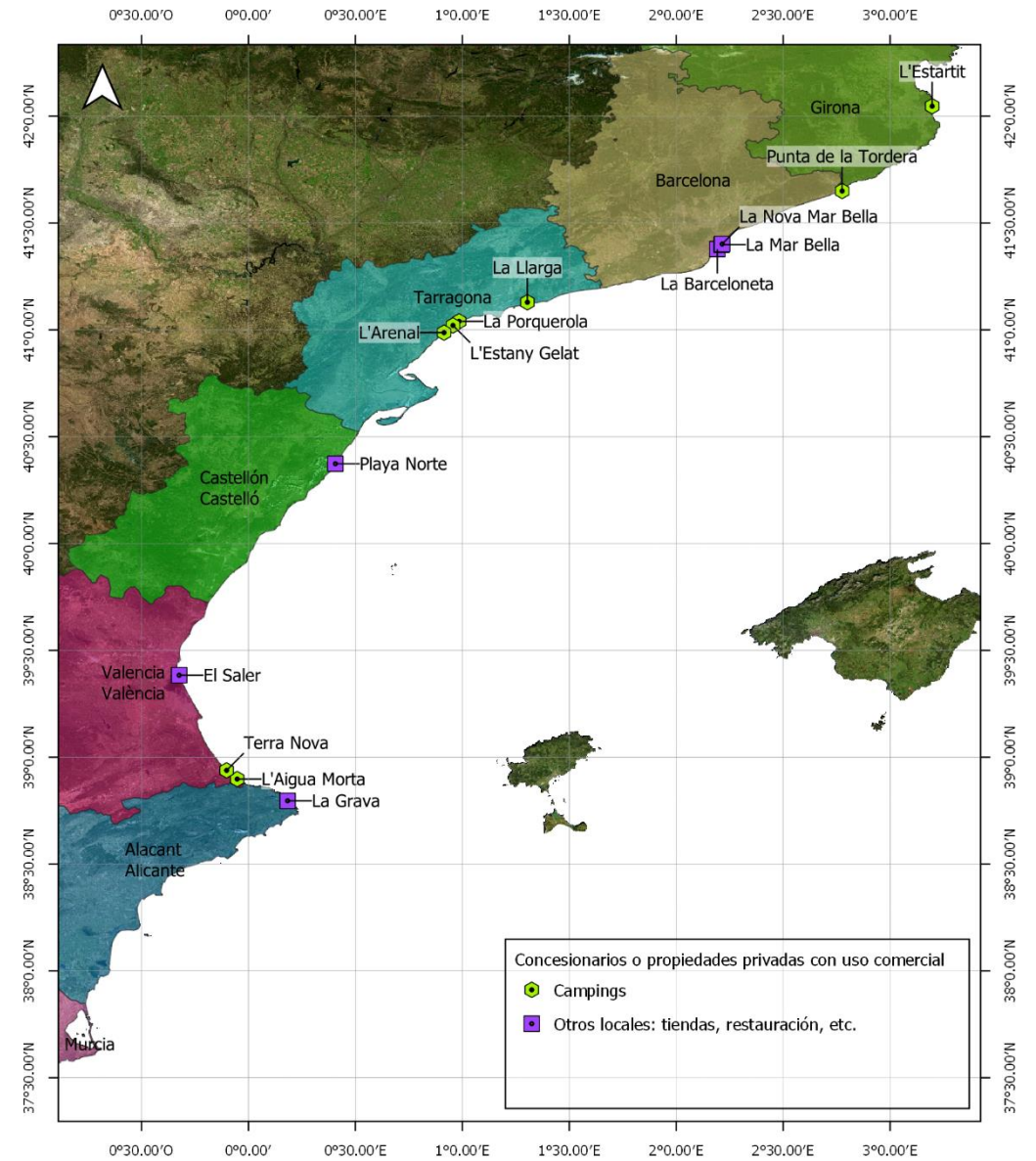
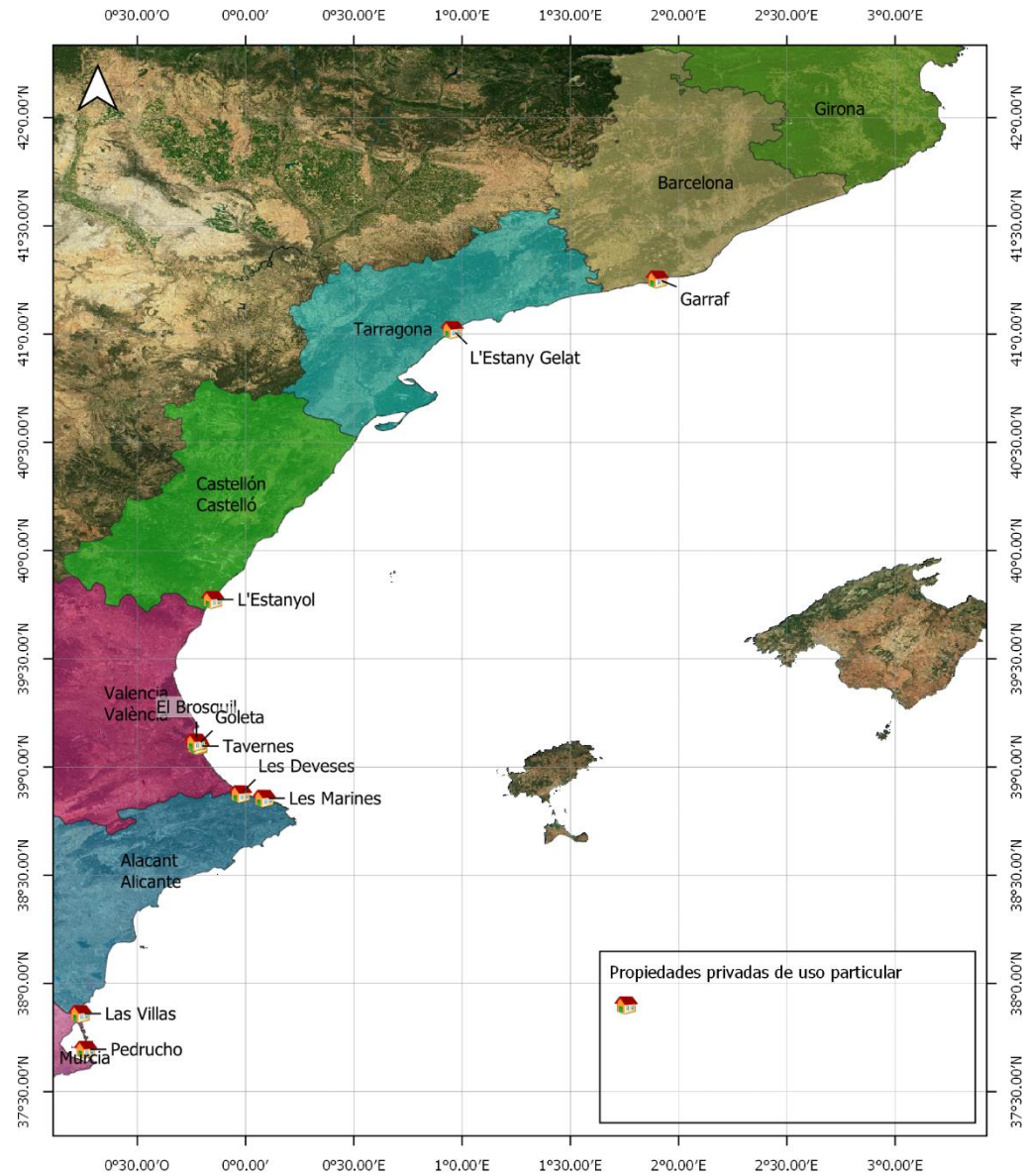
Playa del Carregador (Alcalá de Xivert, Castellón)



Playa de Montgat (Montgat, Barcelona)

Efectos en propiedades privadas

Daños en propiedades privadas: uso particular - comercial



Playa de Les Marines (Denia)





El Brosquil (Cullera, Valencia)



Playa las Villas (Pilar de la Horadada, Alicante)



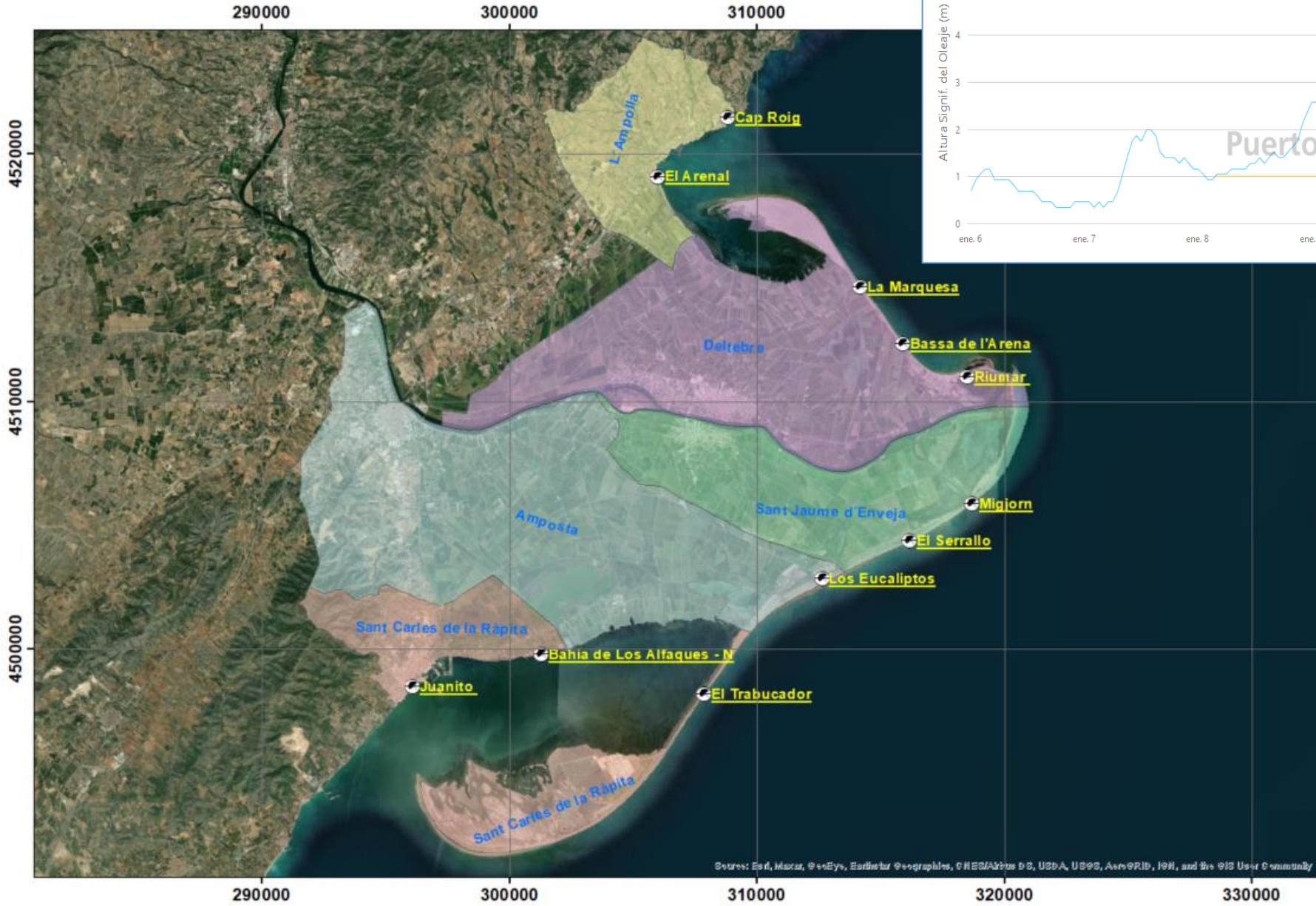
Playa de Tavernes (Tavernes de la Valldigna, Valencia)



Playa de Garraf (Sitges, Barcelona)

Efectos de Filomena en la costa del Delta del Ebro

Lugares visitados



Oleaje

Source: Esri, Maxar, © GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Conclusiones de la campaña

- A tenor de las observaciones *in situ* y el análisis de la información cartográfica de IGN y ICGC, no parece que se hayan producido retrocesos importantes ni daños de consideración en las costas del Delta del Ebro
- No obstante, toda la costa exterior del Delta está sufriendo un retroceso importante en los últimos años
 - Este retroceso es de entre 20 y 60 m desde 2017 y se ha producido por la sucesión de temporales, si bien la mayor parte del retroceso acumulado se debe al temporal Gloria.
- Por el contrario, las costas que no están sometidas directamente a la acción del oleaje exterior apenas han sufrido modificaciones desde 2017

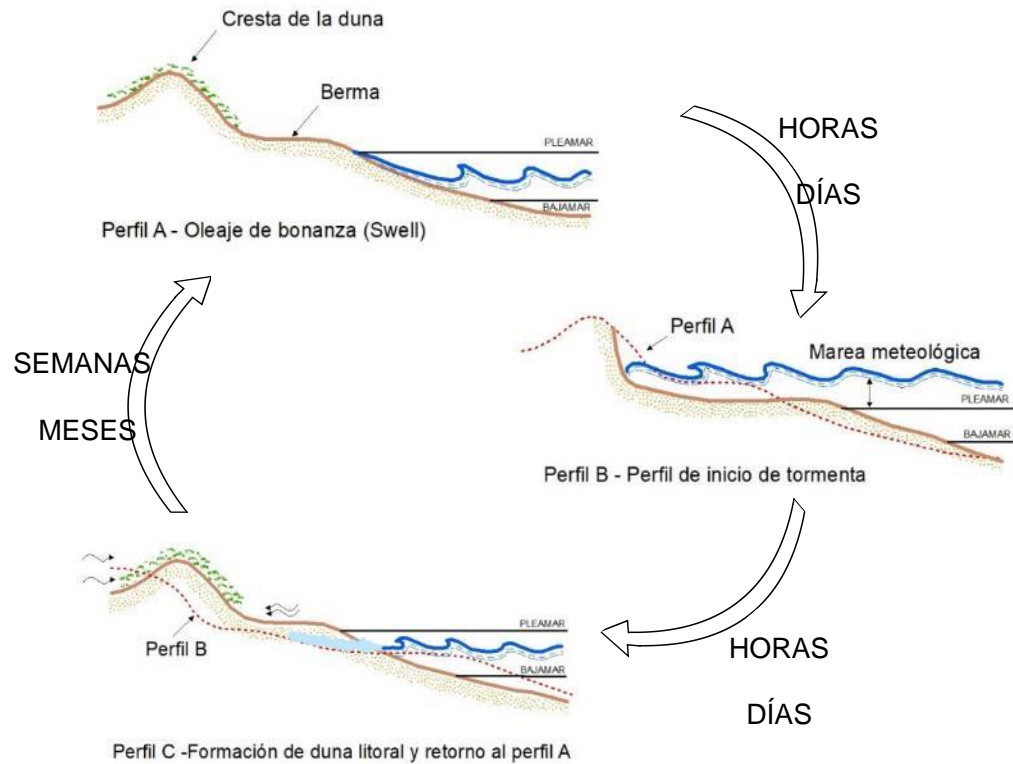
La importancia de la costa

Actuaciones para la reducción de riesgos

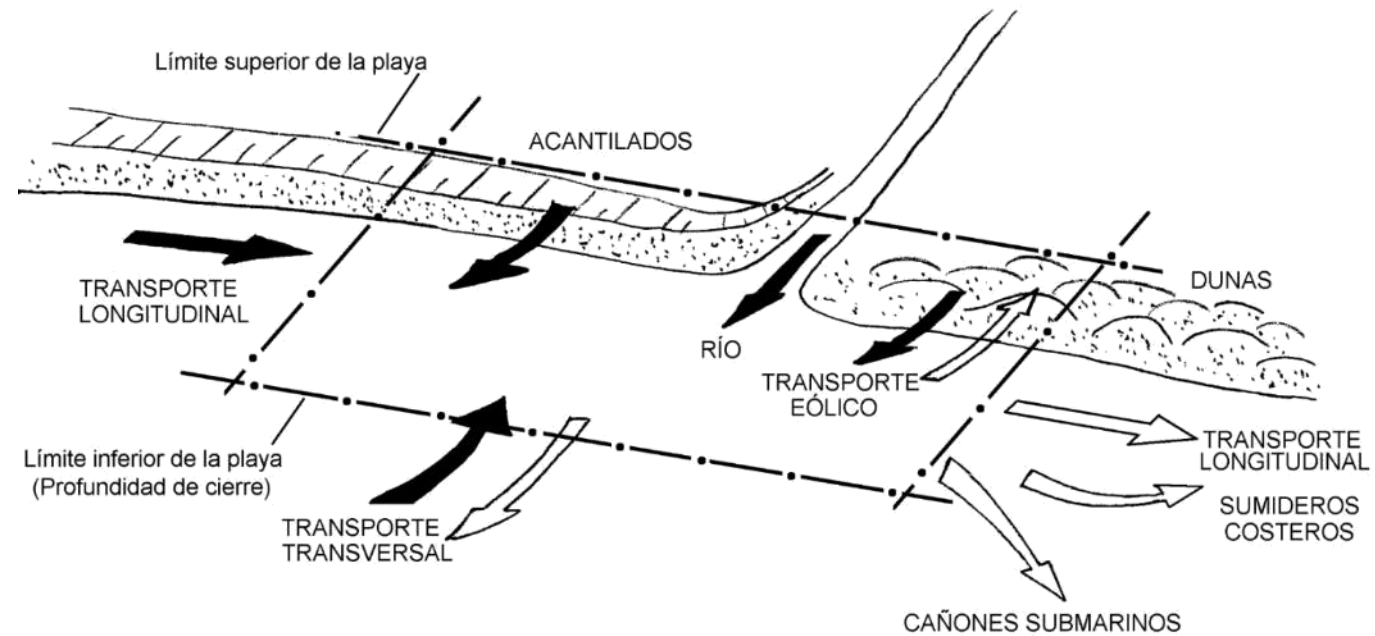
El funcionamiento natural de la costa sedimentaria

- La función defensiva depende del buen estado de la costa:
 - Disponibilidad de todos sus elementos morfológicos
 - Equilibrio en planta y perfil: Balance sedimentario

Equilibrio en perfil

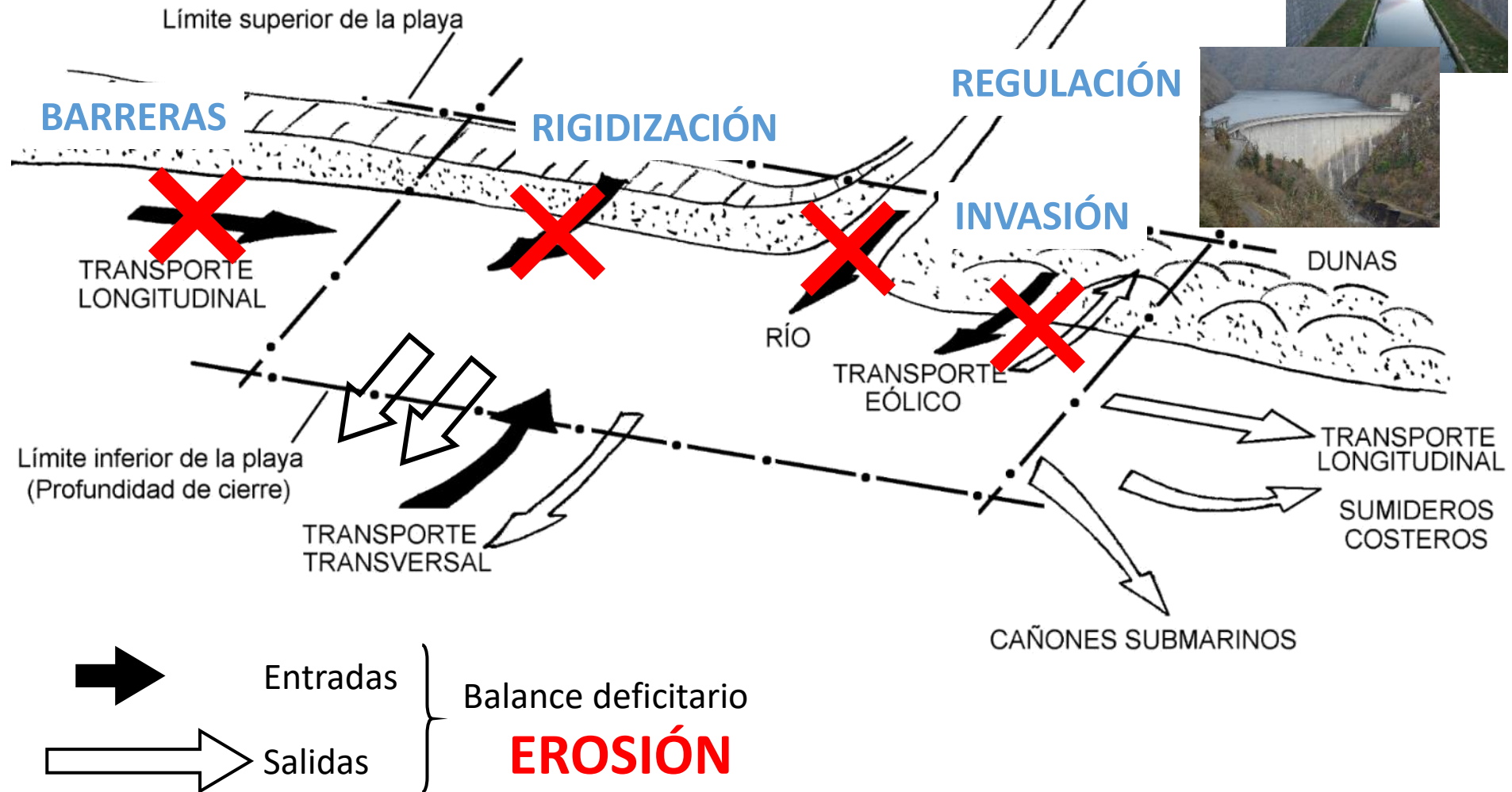


Equilibrio en planta: Balance sedimentario



El deterioro actual de la costa

Balance sedimentario alterado



Estrategias y planes de protección de la costa

- Estrategias de la DGCM redactadas por el CEDEX
 - Huelva* (2013)
 - Maresme* (2014)
 - Oropesa (2014)
 - Castellón Sur* (2015)
 - Valencia Sur* (2015)
 - Granada* (2017)
- En fase avanzada:
 - Mar Menor (2020)
 - Delta del Ebro (2021 – en consulta pública)

* <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategias-proteccion-costa/>



Conclusión: Retos de la ingeniería de costas en el siglo XXI

- Lucha contra la **erosión costera**
 - Aumentar la inversión
 - Renaturalizar \Rightarrow **Restablecer el balance sedimentario** \Rightarrow Recuperar la costa
 - Recuperación de la costa natural: **deslinde DPMT, soluciones basadas en la naturaleza**
 - Aportaciones de yacimientos marinos
 - Gestión del sedimento (trasvases y recirculación de sedimento)
 - Adaptación al **cambio climático**
 - Recuperación de la costa natural
 - Gestión del sedimento para restablecimiento del balance sedimentario
 - **Nuevas herramientas** para diagnóstico y propuesta de medidas
 - Transformación digital. Registro de actuaciones
 - Monitorización sistemática. Seguimiento de actuaciones
 - Costes de no actuar en el balance económico
- } Análisis coste-eficacia

¡Muchas gracias!

José Francisco Sánchez González
Director de Ingeniería de Costas
Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX
Jose.f.Sanchez@cedex.es
913357650

17 DE MARZO DE 2021 • 11:30 - 14:40 CET • ONLINE

GESTIÓN DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN EL MEDIO HÍDRICO: CONTINENTAL Y MARINO



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China

SPAIN WATER



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Dirección General del Agua
Dirección General de la Costa y el Mar



IAHR.org