GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

IGM

"PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"

EXP. 12-0358

ÁNGELA PÉREZ BARDAL

Firmado digitalmente por ÁNGELA PÉREZ BARDAL
Fecha: 2023.11.16 18:51:42 +01'00'

Volumen 1 de 2

NOVIEMBRE DE 2023

DOCUMENTO Nº 1
MEMORIA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

2 ANTECEDENTES 4

3 MARCO GEOGRÁFICO Y SITUACIÓN ACTUAL 4

4 PROBLEMÁTICA 6

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS 7

6 ESTUDIOS PREVIOS 7

7 PERIODO DE RETORNO 7

8 SISTEMA DE REFERENCIA 7

9 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA 8

10 EFECTOS SÍSMICOS 8

11 NIVEL DEL MAR Y ASCENSO POR CAMBIO CLIMÁTICO 8

12 OLEAJE DE DISEÑO Y PROPAGACIÓN 9

13 DINÁMICA LITORAL 10

14 eESTUDIO DE ALTERNATIVAS 12

15 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN 12

16 SECCIÓN TIPO DE LAS ESTRUCTURAS COSTERAS 17

17 MATERIAL DE APORTACIÓN 19

18 PROCESO CONSTRUCTIVO 20

19 CUMPLIMIENTO DE REGLAMENTO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO 20

20 INCIDENCIA AMBIENTAL Y COMPATIBILIDAD CON LAS ESTRATEGIAS MARINAS 20

21 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS 21

22 PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN 21

23 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 21

24 CONTROL DE CALIDAD 21

25 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 21

26 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 22

27 AFECCIONES AL SUR DE LA ACTUACIÓN 22

28 REPLANTEO DE LA OBRA 22

29 PRESUPUESTO 22

30 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA 23

31 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 23

32 REVISIÓN DE PRECIOS 24

33 CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE 25

34 DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO CONSTRUCTIVO 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de actuación 4

Figura 2. Celda Norte de la Playa de La Torre 5

Figura 3. Playa de La Torre – Celda Sur 5

Figura 4. Desembocadura del Río Mijares: septiembre 2017 (izq.), mayo de 2020 (centro), enero de 2022 (dcha.) 6

Figura 5. Celda norte de la playa de La Torre desde su espigón norte (izq.) y escollera en trasdós de la celda sur (dcha.) 7

Figura 2. Topo-batimetría de detalle de la zona de actuación 8

Figura 3. Esquema de datums para los niveles del registro. 8

Figura 4. Ejemplo de aplicación del COPLA-SP en la zona de estudio 11

Figura 5. Escolleras en zonas de acceso peatonal a la playa 14

Figura 6. Perfil sumergido tipo de regeneración de la playa de La Torre. 14

Figura 7. Plano de planta general de la solución proyectada 15

Figura 8. Sección tipo de las playas regeneradas de la Torre 16

Figura 9. Sección tipo de tronco y morro de los espigones E1, E2 y E4. 18

Figura 10. Sección tipo de tronco y morro del espigón E3..... 18

Figura 11. Sección tipo de tronco y morro del espigón E5..... 19

Figura 12. Símbolos de los materiales en revisión de precios..... 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incrementos del nivel del mar por cambio climático a año horizonte 2073 desde la actualidad proyectados por el Atlas Interactivo del IPCC (AR6). 9

Tabla 2. Oleaje de diseño en aguas profundas. Nodo SIMAR 2094118..... 9

Tabla 3. Puntos objetivo de reconstrucción del clima marítimo frente a La Playa de La Torre 9

Tabla 4. Estados de mar de diseño en régimen medio frente a La Playa de La Torre objeto de actuación. 10

Tabla 5. Altura de ola que sólo es excedida 12 h al año y su periodo asociado. 10

Tabla 6. Evolución de la costa 1956 - 2023 en términos de volúmenes anuales incremento (verde) y pérdida (rojo). 10

Tabla 7. Cálculo del transporte potencial de sedimentos. 11

Tabla 8. Resumen del dimensionamiento de los mantos de los espigones 17

Tabla 9. Resumen del dimensionamiento del núcleo de los espigones 17

Tabla 10. Cubicación de volúmenes de arenas para la regeneración de las celdas de playa (D50=0,28 mm) 20

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento se redacta como Memoria del "PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL ENTORNO DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO ANNA EN BURRIANA (CASTELLÓN), conforme al contrato 12-0358, a petición del Servicio Provincial de Costas de Castellón S.L.

2 ANTECEDENTES

En el marco de actuaciones previstas en la "ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL PUERTO DE CASTELLÓN" en la playa de La Torre, se proponen una serie de actuaciones, calificadas como de PRIORIDAD MEDIA.

En este escenario, el *Servicio Provincial de Costas en Castellón* plantea la redacción de un proyecto que recoja la definición de una solución constructiva, integral y sostenible en un horizonte temporal razonable, para este tramo costero.

A tal fin, en junio de 2022 la *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar* saca a concurso el "Contrato de servicio para la redacción de proyecto constructivo para la estabilización de la Playa de La Torre en Almazora (Castellón)", resultando adjudicataria, en septiembre de 2022, la empresa Ingeniería Avanzada de Obras Marítimas S.L.P., en adelante IGM.

3 MARCO GEOGRÁFICO Y SITUACIÓN ACTUAL

El borde litoral objeto de estudio se sitúa en el término municipal de Almazora, en la Provincia de Castellón (ver Figura 1.):

Figura 1. Localización de la zona de actuación

La costa de estudio presenta 2000 m de longitud. Las playas objeto de actuación son las celdas norte y sur de la playa de La Torre, encajadas entre espigones perpendiculares a la costa. Al sur de éstasse encuentra el delta del río Mijares. A continuación, se resumen sus principales características:

- **Playa de La Torre – Celda Norte:** playa de 700 m de longitud localizada al sur de la playa de Benafeli. La anchura de playa entre un máximo de 80 m en su región meridional y 8 m en la región norte. Su trasdós está limitado por la presencia un vial, construido en dominio público marítimo terrestre.

Figura 2. Celda Norte de la Playa de La Torre

- **Playa de La Torre – Celda Sur:** Se localiza al sur de la celda norte y presenta una longitud similar. Los anchos de playa seca oscilan entre los 100 m en su región sur, los 55 m en el sector norte junto al espigón y zonas con ausencia de playa seca en las zonas donde las estructuras de protección dejan de tener influencia.

Figura 3. Playa de La Torre – Celda Sur

- **Cordón litoral del delta del Mijares:** Zona catalogada como Zona Húmeda, Paisaje Protegido, LIC y ZEPA. Este cordón recibe el nombre de playa de Les Goles en su región septentrional junto a la playa de La Torre y queda fuera del ámbito de actuación.

  El conjunto de actividades previstas en el presente proyecto debe respetar la integridad del delta del Mijares, garantizando que, en ningún caso, se produce afección a su funcionamiento hidrodinámico y morfología.

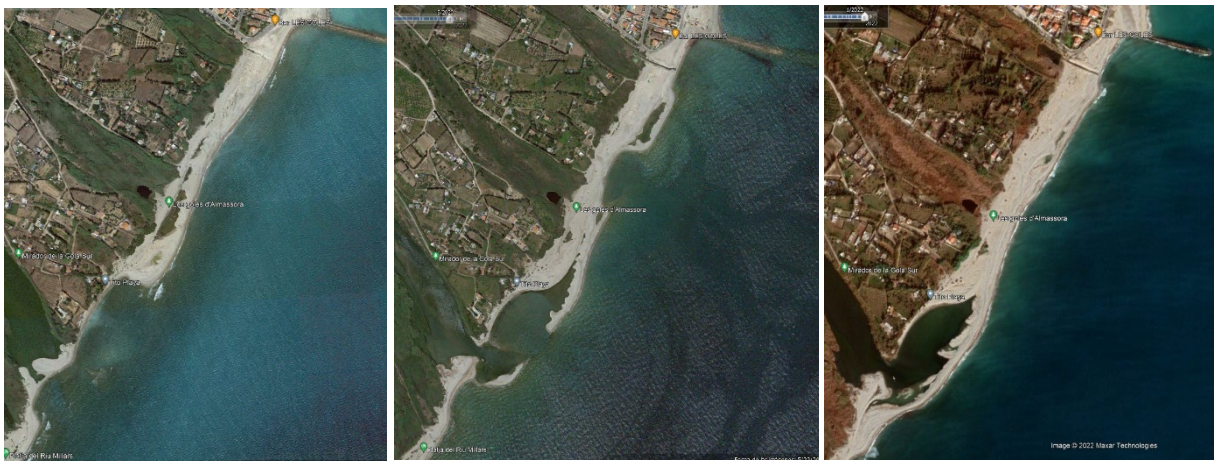


Figura 4. Desembocadura del Río Mijares: septiembre 2017 (izq.), mayo de 2020 (centro), enero de 2022 (dcha.)

La tabla a continuación recoge las principales características de cada celda:

TRAMOS		LÍMITES		LONGITUD (m)	ANCHURA (m)		SEDIMENTO	PRESENCIA DE DUNAS	CARÁCTER
		Norte	Sur		Mín.	Máx.			
Playa de La Torre	Celda N	Espigón S playa Benafeli (E1)	Espigón central (E2)	685	--- Defensa escollera	90	Arena	Embrionarias en el extremo S	Semiurbano
	Celda S	Espigón central (E2)	Espigón sur (E3)	700	--- Defensa escollera	100	Arena	Embrionarias en la mitad S	Semiurbano
Playa de Les Goles		Espigón sur (E3)	Delta Mijares	1230	20	90	Gravas	No	Natural

4 PROBLEMÁTICA

El diagnóstico principal del frente litoral de Almazora es el déficit histórico de sedimento en dirección sur como consecuencia de:

- Sucesivas ampliaciones del puerto de Castellón.
- Construcción de obras de defensa y rigidización de la costa aguas arriba.

El problema erosivo de este tramo ha sido agravado por el cambio climático que ha conducido a un aumento en la intensidad y frecuencia de los temporales marítimos.

Figura 5. Celda norte de la playa de La Torre desde su espigón norte (izq.) y escollera en trasdós de la celda sur (dcha.)

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS

Las obras y proyectos realizados con anterioridad en la costa de Almazora son:

- "Proyecto de rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", HIDTMA Hidráulica y Medio Ambiente, octubre 2002.
- Proyecto modificado del Proyecto "Obras rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", InterControl, marzo 2006.
- Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli, T.M. de Almazora (Castellón)", Iberport Consulting, mayo 2010.

El alcance y definición de los citados trabajos se recoge en el apartado 5 del Anejo 1 Antecedentes.

6 ESTUDIOS PREVIOS

El Anejo 3 Estudios Previos recoge los estudios detallados siguientes:

- Estudio de clima continental e hidrología.
- Estudio del medio socioeconómico.
- Estudio patrimonial.
- Planeamiento, deslinde del DPMT y situación jurídico-administrativa.
- Estudio del medio biótico.
- Estudio del paisaje.

7 PERIODO DE RETORNO

El periodo de retorno (T_R) de las obras considerando la probabilidad de fallo de 0,2 y una vida útil de 15 años es de 68 años.

8 SISTEMA DE REFERENCIA

El sistema de referencia empleado en el presente proyecto es:

- Sistema planimétrico: coordenadas UTM en metros, elipsoide ETRS89. Huso 30 S
- Sistema altimétrico o datum vertical: Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA).

9 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

Topo-batimetría de la zona de actuación y sus inmediaciones levantada en campaña de campo en marzo de 2023 con motivo del presente proyecto. El informe y resultados se incluyen en el Anejo 4. Topografía y batimetría.

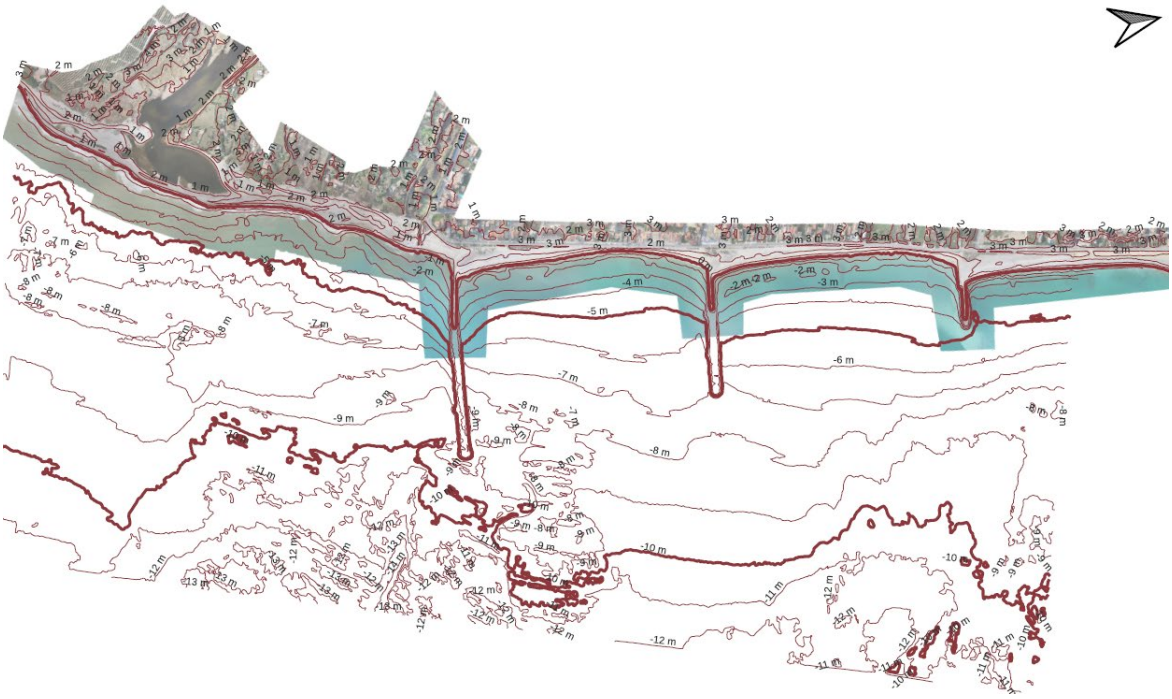


Figura 2. Topo-batimetría de detalle de la zona de actuación

10 EFECTOS SÍSMICOS

Los criterios de aplicación de la norma NCSR-02 (apartado 1.2.3) establecen que las construcciones de importancia moderada no requieren de la consideración de los efectos sísmicos que en ella se detallan, por lo que no son de consideración en el presente Proyecto.

11 NIVEL DEL MAR Y ASCENSO POR CAMBIO CLIMÁTICO

El NMM en Sagunto se sitúa a -0,031 m del Cero REDMAR, y a 0,159 m del NMMA.

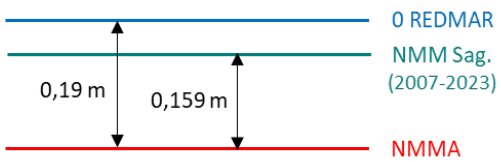


Figura 3. Esquema de datums para los niveles del registro.

El futuro ascenso del nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático (ΔNMM_{CC}) ha sido inferido de las proyecciones dadas por el IPCC para el Mediterráneo en su "Atlas interactivo" del 6º

ciclo de evaluación (AR6). Los niveles obtenidos a año horizonte 2073 (50 años desde la actualidad en cumplimiento del art. 92 del RGC) para el escenario de altas emisiones (RCP 8.5), es:

Escenarios de cambio	Año horizonte	ΔMSL_{CC} (m)
RCP8.5	2073	0,377

Tabla 1. Incrementos del nivel del mar por cambio climático a año horizonte 2073 desde la actualidad proyectados por el Atlas Interactivo del IPCC (AR6).

12 OLEAJE DE DISEÑO Y PROPAGACIÓN

Para la caracterización del oleaje en aguas profundas se emplea el registro sintético del Nodo SIMAR 2094118, de la base de datos oceanográficos de Puertos del Estado, por su ubicación (frente a las Islas Columbretes), duración (1958-2023, 65 años de datos), a falta de boyas en la zona.

De su análisis estadístico, recogido por completo en el Anejo 6 Clima marítimo, se extrae el régimen medio y régimen extremal presentados en la siguiente tabla:

Régimen de Oleaje		Estados de mar en AP	
		H_{s0} (m)	T_p (s)
Medio $P_{no\ exc.}$ (%)	50	0,64	5,09
	85	1,26	6,17
	99,9	4,92	10,08
Extremal T_R (años)	1	3,02	7,57
	5	5,26	10,15
	68	7,50	11,25

Tabla 2. Oleaje de diseño en aguas profundas. Nodo SIMAR 2094118.

El oleaje frente a las playas objeto de actuación se obtiene mediante la propagación de éste con los modelos numéricos SWAN y módulo OLUCA del SMC.

Los puntos objetivo se ubican entre los 5 y los 7 m de profundidad frente a la costa de Almazora en las siguientes coordenadas:

Punto Objetivo		Coordenadas UTM ETRS89 h30		Profundidad
ID		X (m)	Y (m)	m NMMA
A1	Morro espigón N Playa de La Torre	756448,505	4423970,732	5,3
A2	Centro Celda 1 Playa de La Torre	756435,191	4423648,415	6,0
A3	N Espigón central Playa de La Torre	756289,6596	4423358,309	5,0
A4	Morro espigón central Playa de La Torre	756462,5926	4423265,01	7,2
A5	S espigón central Playa de La Torre	756275,464	4423231,98	6,0
A6	Centro Celda 2 Playa de La Torre	756245,4662	4422972,103	6,0
A7	N Espigón S Playa de La Torre	756245,2631	4422668,585	7,0
A8	Morro espigón S Playa de La Torre	756484,8147	4422553,625	9,0
A9	S espigón S Playa de La Torre	756143,2737	4422523,505	7,0

Tabla 3. Puntos objetivo de reconstrucción del clima marítimo frente a La Playa de La Torre

Como resultado de la propagación (Anejo 7 Propagación del oleaje) se obtienen los regímenes medio y extremal en la costa de estudio:

Prob. no excedencia	PUNTO A1		PUNTO A2		PUNTO A4		PUNTO A6		PUNTO A8	
	H_{s1} (m)	T_{p1} asoc. (s)	H_{s2} (m)	T_{p2} asoc. (s)	H_{s4} (m)	T_{p4} asoc. (s)	H_{s6} (m)	T_{p6} asoc. (s)	H_{s8} (m)	T_{p8} asoc. (s)
50%	0,49	5,14	0,50	5,14	0,51	5,15	0,50	5,17	0,52	5,17
85%	0,93	6,49	0,93	6,48	0,94	6,46	0,89	6,46	0,91	6,41
99,86% (H_{s12})	3,16	13,25	3,00	12,92	2,96	12,63	2,70	12,37	2,69	11,95
99,9%	3,35	13,84	3,18	13,47	3,13	13,14	2,84	12,85	2,83	12,40

Tabla 4. Estados de mar de diseño en régimen medio frente a La Playa de La Torre objeto de actuación.

Puntos Objetivo			Oleaje de cálculo (2000-2022)	
ID	Ubicación	Prof. (m NMMA)	Hs12 (m)	Tp asoc. (s)
A2	Centro Celda N Pl. La Torre	6	2,43	10,85
A6	Centro Celda S Pl. La Torre	6	2,27	10,53

Tabla 5. Altura de ola que sólo es excedida 12 h al año y su periodo asociado.

Los regímenes extremales direccionales para Tr= 1, 5 y 68 años de periodo de retorno se pueden consultar en el Anejo 7 Propagación del oleaje.

13 DINÁMICA LITORAL

El Anejo 8 Dinámica litoral recoge la estimación de las tasas de transporte anuales en base a:

- Estudios de evolución histórica de la línea de costa alimentados con el histórico de actuaciones costeras.

Evolución de la Costa		Variación de Volúmenes (m^3/año)	
Intervalos de tiempo		Tramo 1	Tramo 2
Consecutivos	1956-1989	567,57	-741,68
	1989-1997	17105,47	18376,27
	1997-2003	-2520,78	3630,48
	2003-2009	21874,04	14376,61
	2009-2015	-12412,57	-12239,91
	2015-2017	-7987,22	-11930,91
	2017-2019	-13449,02	-9875,40
	2019-2020	-10710,53	-2173,89
	2020-2022	11824,01	7400,01
	2022-2023	-19222,03	-17080,95
Globales	1956-1989	567,57	-741,68
	1989-2023	-15498,64	-9517,67
	1956-2023	-14931,08	-10259,35

Tabla 6. Evolución de la costa 1956 - 2023 en términos de volúmenes anuales incremento (verde) y pérdida (rojo).

- Aplicación del modelo numérico COPLA y EROS del software SMC.

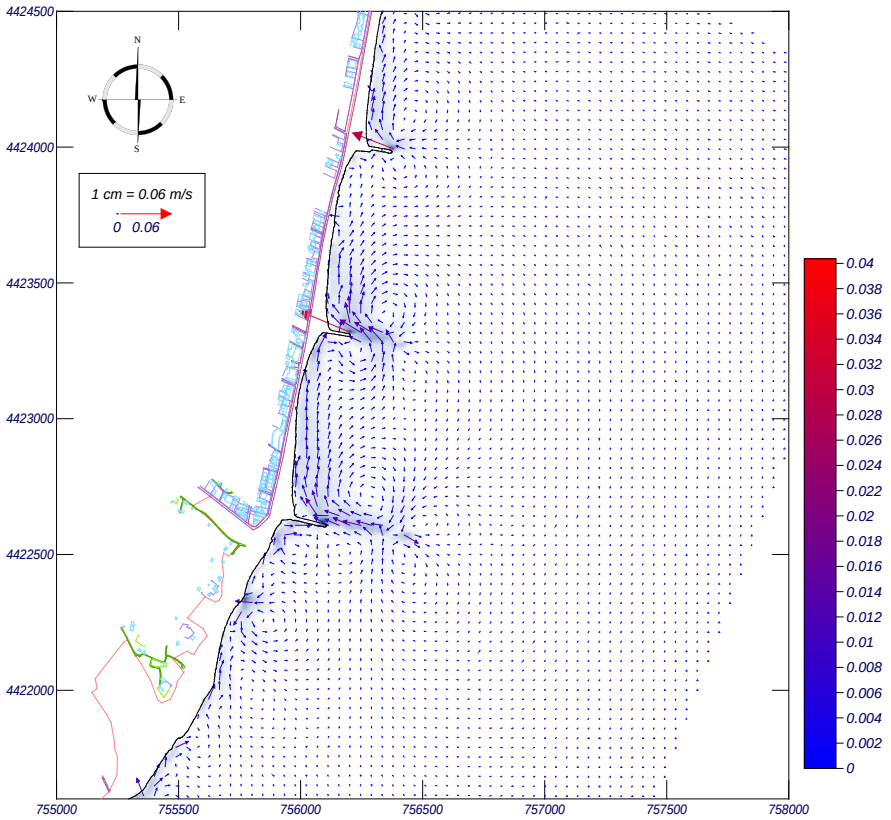


Figura 4. Ejemplo de aplicación del COPLA-SP en la zona de estudio

- Formulaciones teórico-empíricas.

Playa de La Torre	Nodos	Potencia media	Alineación media costa	Dirección del Oleaje (FME)	Ángulo de ataque	Transporte CERC	
		1958-2022	º N	α	α_c	Q_l (m³/h)	Q_l (m³/año)
Celda N	A2	2521,44	12,7	98,2	4,5	67,94	595.163
Celda S	A6	2307,92	12,7	100,4	2,3	29,21	255.885

Tabla 7. Cálculo del transporte potencial de sedimentos.

A la vista de los resultados, se llegan a las siguientes conclusiones:

- La evolución de la línea de costa en el tramo estudiado es coherente con los antecedentes de actuaciones que se han realizado.
- A partir del año 2009 y hasta la actualidad las dos celdas de estudio se constituyen como marcadamente erosivas. Únicamente se registra una tasa de incremento en el periodo 2020-2022 consecuencia de la regeneración tras el temporal Gloria.

En resumen, la playa de La Torre presenta grandes problemas de erosión que han llevado a la casi total desaparición de la playa seca, habiéndose precisado la colocación de bloques de escollera para proteger los terrenos de trasdós.

14 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El Anejo 10 Estudio de Alternativas incluye las alternativas de actuación consideradas en el proyecto, de entre las cuales se ha escogido la que se describe en el apartado siguiente.

15 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las actuaciones propuestas suponen la estabilización del frente litoral de Almazora, concretamente de la playa de la Torre, mediante la creación de 4 celdas encajadas entre espigones, de comportamiento estático. Comprende las siguientes actividades:

La solución proyectada consistente en la división de las celdas que hoy en día constituyen la playa de La Torre para aumentar su estabilidad a largo plazo, mediante la construcción de un espigón central en cada una de las celdas y la prolongación/recrecido de los espigones existentes para garantizar la contención del pie de las playas.

La actuación se completa con el **aporte de 191.367 m^3 de arenas** de tamaño medio equivalente D_{50}=0,28 mmm, procedentes de distintas fuentes, considerando un 54% de arena D50=0.35mm y un 46% de arenas D50=0.20mm.

El plano de planta general de las obras se presenta en la Figura 7. Las celdas y espigones se enumeran de norte a sur.

- CELDA 01
  - Prolongación del espigón norte actual (E1) en 110 m manteniendo su alineación con escolleras de 4 t y 7 t en manto (tronco y morro, respectivamente) y núcleo de material de cantera de 400 kg.
  - Construcción de nuevo espigón E2 de 274 m de longitud desde arranque a la cota +2m y morro a la cota +1 m, con las mismas características que el anterior.
  - Aporte total de 59.491 m^3 de arenas para la regeneración de la playa.
- CELDA 02
  - Recrecido de 159 m del espigón central existente (E3), siguiendo su misma alineación, por encima de su tramo sumergido con manto de escolleras de 4 t en tronco y 7 t en morro.

- Aporte de 29.922 m^3 de arenas para la regeneración de la playa.

▪ CELDA 03

- Construcción de nuevo espigón E4 de 271 m de longitud, con escolleras de 4 t y 7 t en manto (tronco y morro, respectivamente) y núcleo de material de cantera de 400 kg.
- Relleno de celda de playa mediante aporte de 70.238 m^3 de arenas.

▪ CELDA 04

- Recrecido de 73 m de longitud del espigón sur existente (E5), siguiendo su misma alineación, por encima de su tramo sumergido mediante manto de escolleras de 4 t en tronco y 7 t en morro.
- Relleno de celda de playa mediante aporte de 31.716 m^3 de arenas.

El material vertido en las playas (playa seca y playa sumergida) se ajustará a los perfiles descritos en el presente Proyecto y conforme al Documento nº 2 Planos.

Se excluirán del área de relleno en playa seca, las zonas con presencia de palmeras y vegetación dunar.

Previa construcción de cada espigón y vertido de las arenas para la regeneración de las playas se instalará una cortina antiturbidez para prevenir la dispersión de la posible turbidez generada como consecuencia de las obras.

Las escolleras y material de núcleo requeridos para la construcción/recrecido de espigones serán lavados en origen para reducir los efectos de la turbidez de las aguas en el medio ambiente marino.

Los espigones se ejecutarán a sección completa, coronando a cota +1,00 m, sobre el NMMA, con material de recebo para el tránsito de maquinaria. Los espigones tendrán una pendiente de 3H:2V en tronco y 2H:1V en morro, con un ancho en coronación de 5 m, a excepción del espigón E5 donde se reduce a 4 m. La colocación de la escollera en los espigones se propone con acabado concertado en coronación.

▪ ACTUACIONES EN TRASDÓS

Como actuación complementaria, previa a la nivelación de la playa base y vertido y extendido de arenas se debe retirar la escollera que bloquea los accesos peatonales a la playa o invade parte de la playa seca, y recolocar las piezas convenientemente en el trasdós de la playa.

Figura 5. Escolleras en zonas de acceso peatonal a la playa

El proceso de dimensionamiento para obtener la forma en planta de la playa a largo plazo en cada celda, así como la forma del perfil sumergido (h*=5,20 m) y emergido se detalla en el Anejo 12 Dimensionamiento de la solución.

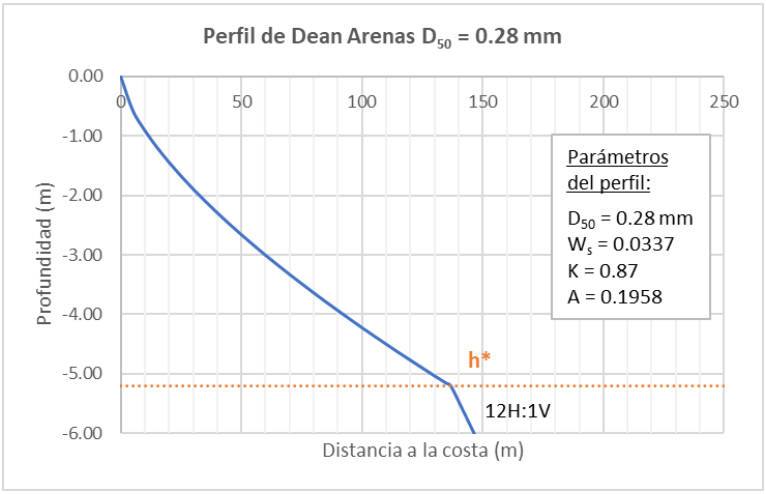


Figura 6. Perfil sumergido tipo de regeneración de la playa de La Torre.

La cota de diseño de la berma de las playas es, resultado de la cota de inundación obtenida teniendo en cuenta su futuro ascenso por cambio climático en un horizonte temporal de 50 años es la +1 m. (Anejo 9 Bases de diseño). Una vez alcanzada esta cota se rellenará para proporcionar continuidad a la cota +2 m existente.

Por indicación de la Dirección de los Trabajos, en la regeneración se establece un ancho mínimo de playa seca en las playas de arena de comportamiento estático de 50 m.

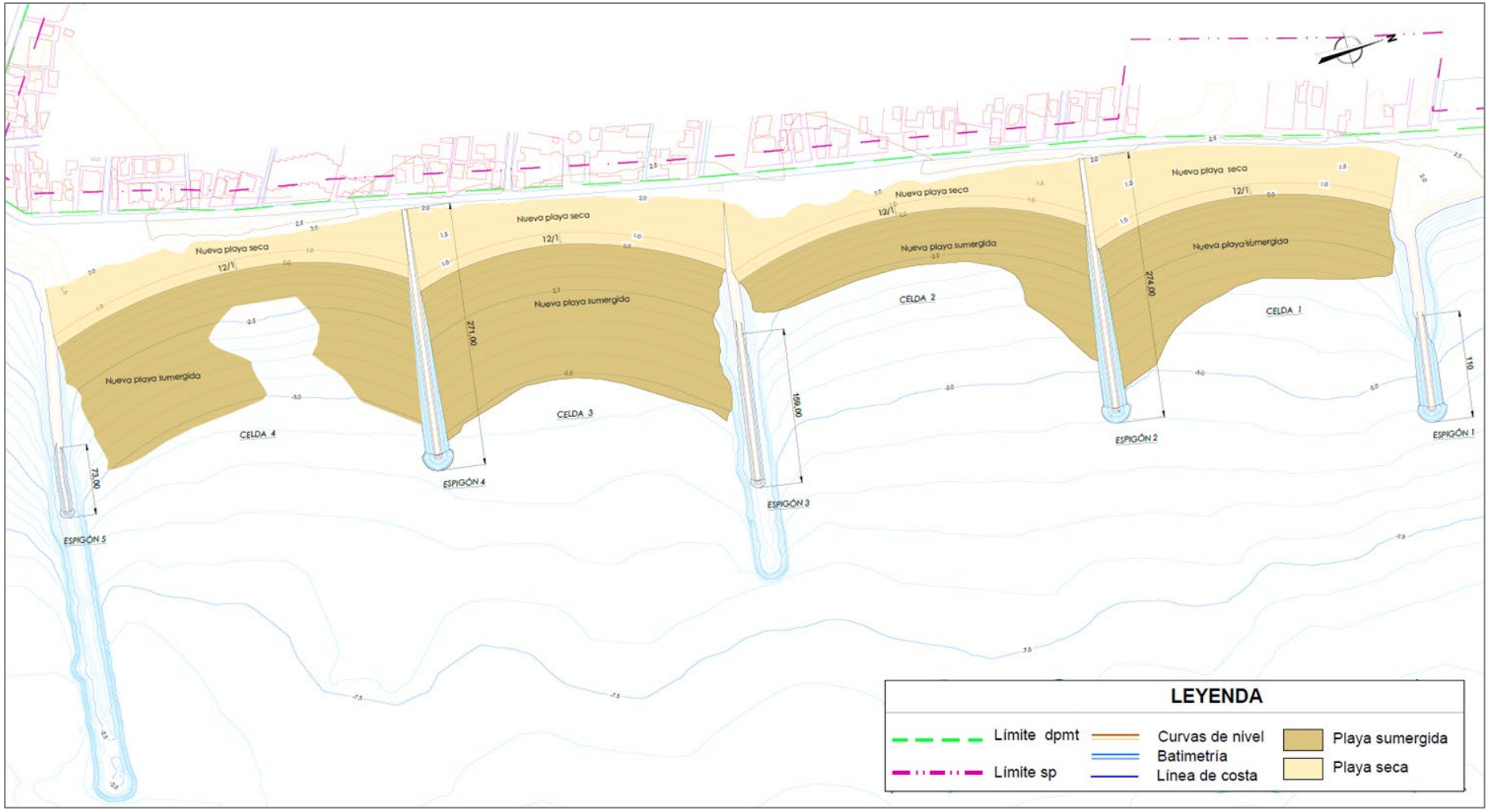


Figura 7. Plano de planta general de la solución proyectada

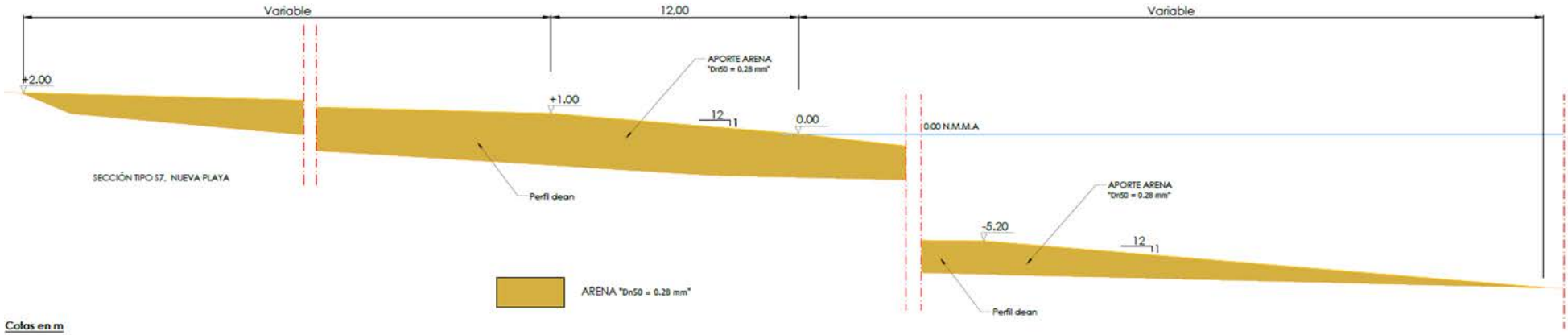


Figura 8. Sección tipo de las playas regeneradas de la Torre

16 SECCIÓN TIPO DE LAS ESTRUCTURAS COSTERAS

A continuación, se muestra la correspondencia entre las estructuras de contención y cada una de las playas que limita, de norte a sur:

- Espigón 1 (E1): Espigón norte en celda norte.
- Espigón 2 (E2): Nuevo espigón central de la celda norte.
- Espigón 3 (E3): Espigón central actual.
- Espigón 4 (E4): Nuevo espigón central de la celda sur.
- Espigón 5 (E5): Espigón sur en celda sur.

La tabla resumen con los pesos de escollera en manto y material en formación del núcleo de los espigones resulta:

Sector	Espigón 1 (recrecido)			Espigón 2 (nueva ejecución)			Espigón 3 (recrecido)		
	W (toneladas)	D_{50} (m)	Talud (H:V)	W (toneladas)	D_{50} (m)	Talud (H:V)	W (toneladas)	D_{50} (m)	Talud (H:V)
Tronco	4	1,15	3:2	4	1,15	3:2	4	1,15	3:2
Morro	7	1,38	2:1	7	1,38	2:1	7	1,38	2:1

Sector	Espigón 4 (nueva ejecución)			Espigón 5 (recrecido)		
	W (toneladas)	D_{50} (m)	Talud (H:V)	W (toneladas)	D_{50} (m)	Talud (H:V)
Tronco	4	1,15	3:2	4	1,15	3:2
Morro	7	1,38	2:1	7	1,38	2:1

Tabla 8. Resumen del dimensionamiento de los mantos de los espigones

Sector	Espigón 1 (recrecido)		Espigón 2 (nueva ejecución)		Espigón 3 (recrecido)	
	W manto (t)	W núcleo	W manto (t)	W núcleo	W manto (t)	W núcleo
Tronco	4	400 kg	4	400 kg	4	400 kg
Morro	7		7		7	

Sector	Espigón 4 (nueva ejecución)		Espigón 5 (recrecido)	
	W manto (t)	W núcleo	W manto (t)	W núcleo
Tronco	4	400 kg	4	400 kg
Morro	7		7	

Tabla 9. Resumen del dimensionamiento del núcleo de los espigones

La sección transversal tipo está dispuesta de la siguiente forma:

Un núcleo de piedras procedente de cantera con un peso de los elementos de $W_{n,50}$= 400 kg; un manto formado por escollera de $W_{n,50}$ = 4 t y 7 t de peso, en tronco y morro, respectivamente, con material procedente de cantera.

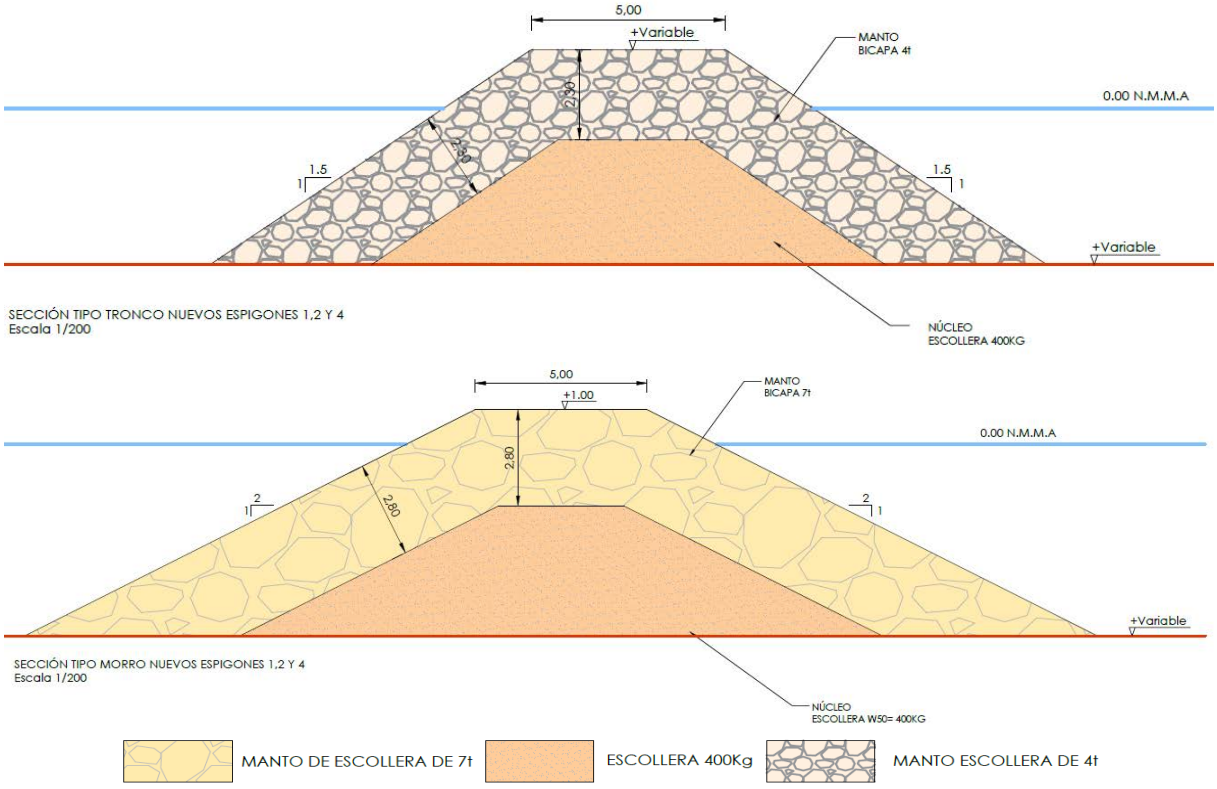


Figura 9. Sección tipo de tronco y morro de los espigones E1, E2 y E4.

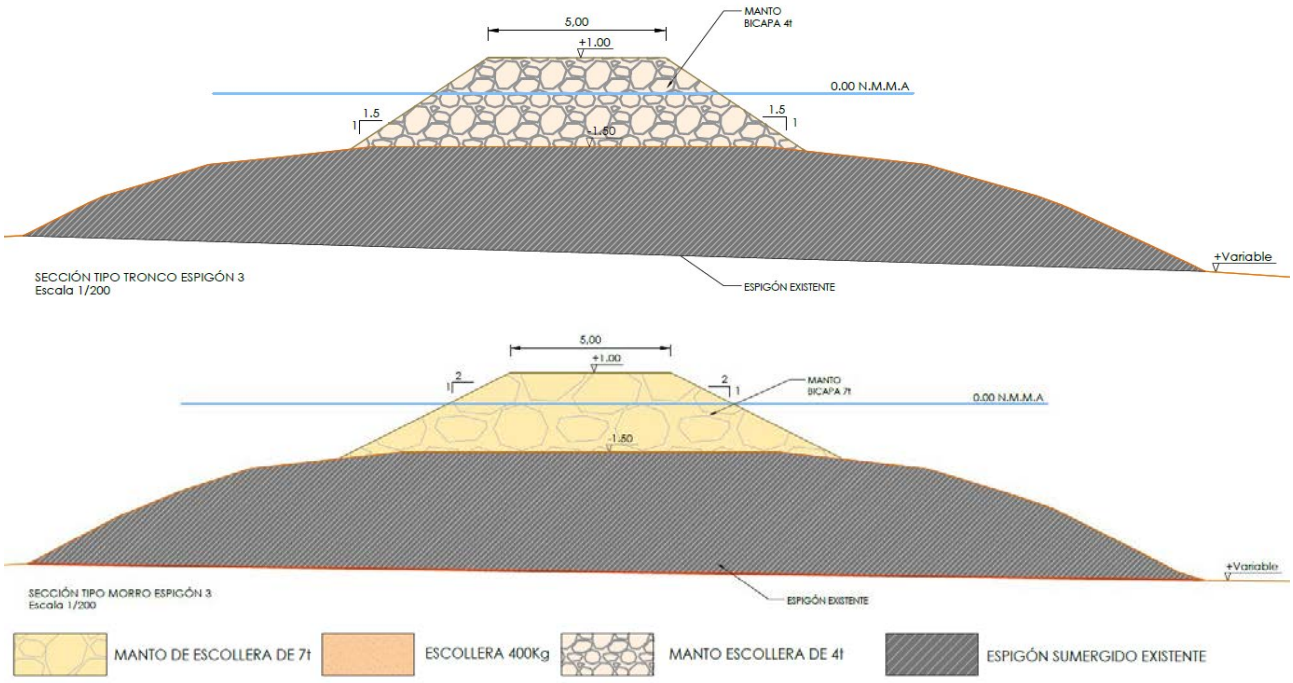


Figura 10. Sección tipo de tronco y morro del espigón E3.

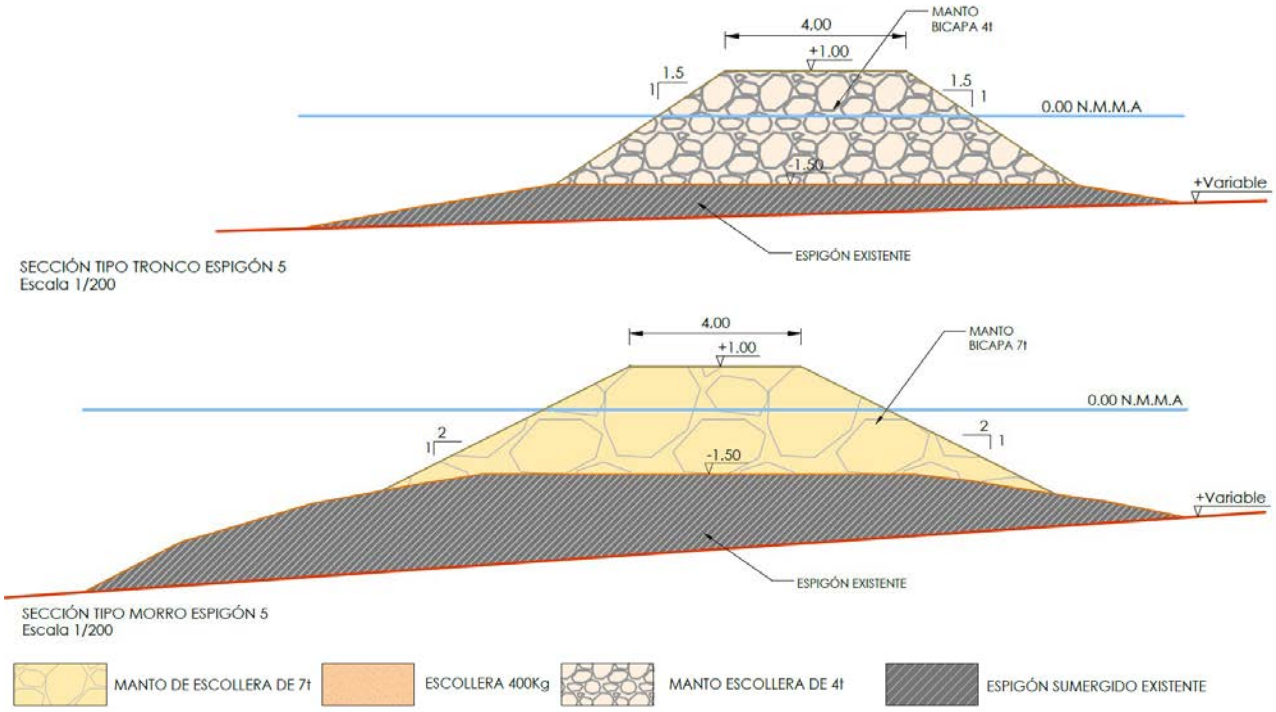


Figura 11. Sección tipo de tronco y morro del espigón E5.

El detalle del dimensionamiento de cada una de las obras que componen la actuación se recoge en el Anejo 12 Dimensionamiento de la solución.

17 MATERIAL DE APORTACIÓN

Tras evaluar los volúmenes requeridos para llevar a cabo la estabilización de la playa de La Torre y las posibles fuentes de materiales potencialmente utilizables, se decide diversificar las fuentes de procedencia de la arena.

El volumen total requerido es de 191.367 m^3, de diámetro equivalente D_{50} = 0,28 mm (equivalente a considerar que el 54 % del volumen total requerido posea D_{50}=0,35 mm y el 46 % D_{50}=0,20 mm).

Las fuentes que se plantean como opciones viables son:

- Arenas de precargas del Puerto de Castellón (D_{50} ≈ 0,20 mm).
- Arenas procedentes de la playa del Pinar (Castellón) (D_{50} ≈ 0,20 mm).
- Arenas procedentes de la playa de El Arenal (Buerriana) (D_{50} ≈ 0,20 mm).
- Arenas de préstamo de Casinos / Torreblanca (D_{50} ≈ 0,35 mm).
- Arena sobrante de la regeneración de las playas de Canet, procedente de la extracción del yacimiento submarino de Cullera (D_{50} ≈ 0,35 mm).

La distribución de dichas arenas en las celdas, hasta alcanzar el volumen requerido en cada una de ellas, se dejará a juicio de la Dirección de Obra (Tabla 10).

Celdas de Playa	V aportación (m^3)
C01	59.491
C02	29.922
C03	70.238
C04	31.716
V total (m^3) D50=0,28 mm	191.367

Tabla 10. Cubicación de volúmenes de arenas para la regeneración de las celdas de playa (D50=0,28 mm)

El estudio de procedencia del material de aporte se incluye en el Anejo 11.

18 PROCESO CONSTRUCTIVO

La secuencia de actividades a desarrollar para la realización de las obras será escogida por el contratista, en función de sus equipos disponibles, siempre que no se superen los plazos establecidos definidos en el Documento nº5 Programa de Trabajos para la terminación de las obras; y cumpla con los siguientes requerimientos:

- Introducción de las medidas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud, Estudio de Gestión de Residuos y Plan de Vigilancia Ambiental de las obras, desde el comienzo de las actividades y hasta su terminación.
- Ejecución de las estructuras de defensa, comenzando de norte a sur, previa a la aportación de arenas a las playas.
- Retirada y recolocación de escolleras y nivelación de las playas previa a la aportación de arenas.

19 CUMPLIMIENTO DE REGLAMENTO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

El presente proyecto ha tenido en cuenta las normas generales y específicas recogidas en los artículos 91 y 92 del Reglamento General de Costas sobre cambio climático.

En el Anejo 13 Evaluación de los efectos del cambio climático se obtiene un ascenso del NMM de 0,38 m, a año horizonte 2073. Para este ascenso del nivel del mar y año horizonte se obtiene un **reproceso de playa de 8,3 m**.

En el Anejo 13 se desarrollan los cálculos y formulaciones empleadas.

20 INCIDENCIA AMBIENTAL Y COMPATIBILIDAD CON LAS ESTRATEGIAS MARINAS

En el Anejo 14 Integración Ambiental y Compatibilidad con las Estrategias Marinas se evalúa la compatibilidad del proyecto conforme a los objetivos ambientales definidos por el Servicio Provincial de Costas de Castellón y la legislación vigente.

El dicho Anejo se incluyen las medidas preventivas, correctoras y compensatorias diseñadas para prevenir los impactos de las obras, y el Plan de Vigilancia Ambiental para su control, el EsIA; así como el análisis realizado de la Compatibilidad del Proyecto con las EEMM de cara a la solicitud del Informe preceptivo.

21 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La determinación de los costes de ejecución de las diferentes unidades de obra del presente proyecto se ajusta a las prescripciones del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

El coeficiente de costes indirectos es del 6%.

La justificación de los precios descompuestos se incluye en el Anejo 16 Justificación de precios.

22 PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN

En el Documento nº5 Programa de trabajos se presenta la planificación de las actividades de obra, y sin perjuicio de lo que en su momento se disponga en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y Económicas, se estima un plazo de ejecución de las obras proyectadas de 158 días (aprox. 8 meses).

23 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Estudio de Gestión de residuos contempla la identificación, cuantificación de cantidades, propuesta de medidas para la prevención de su generación, separación, clasificación y recogida selectiva. También considera las operaciones de gestión a las que serán destinados los residuos que se generen como consecuencia de las operaciones de retirada de redes de servicios y demolición, así como los residuos sobrantes de la puesta en obra de los materiales, en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de fecha 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los RCD.

Dicho estudio se incluye en el Anejo 17 Estudio de Gestión de Residuos, y su coste total asciende a 7.408,51 € y se incluye en el Documento nº4 Presupuesto.

24 CONTROL DE CALIDAD

En el Anejo 15 Control de calidad se definen los ensayos y las recomendaciones a llevar a cabo en la obra para garantizar unas condiciones adecuadas de ejecución y calidad de los materiales.

25 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio de Seguridad y Salud establece las directrices para la prevención de riesgos de accidentes laborales, de enfermedades profesionales y de daños a terceros. Asimismo, estudia las instalaciones

de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante la construcción de la obra, todo ello siguiendo lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Los medios de protección e higiene se estudian en el Anejo 18 Estudio de Seguridad y Salud cuyo presupuesto asciende a 76.912,89 € y se incluye en el Documento nº4 Presupuesto.

26 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La ejecución del presente Proyecto requiere la construcción de estructuras de protección costera, por ello, y en atención a la legislación vigente en materia de evaluación de impacto ambiental, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, éste debería ser sometido a Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) Simplificada para su autorización. No obstante, esta misma ley expone, en su artículo 7.1d que, los Proyectos sometidos a EIA Simplificada podrán ser objeto de EIA Ordinaria cuando así lo solicite el promotor. Dado que así es, por mención explícita en el Pliego, se ha redactado el Estudio de Impacto Ambiental de Proyecto para su tramitación ambiental, incluido en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.

Las medidas preventivas, correctoras y compensatorias y el Plan de Vigilancia Ambiental derivados de éste se incluyen en el Anejo 14.

27 AFECCIONES AL SUR DE LA ACTUACIÓN

Las obras contempladas en proyecto garantizan que, en ningún caso, se generan impactos en la playa de gravas al sur que forma parte del cordón litoral del delta del Río Mijares, catalogada como Zona Húmeda, Paisaje Protegido y LIC y ZEPA de la Red Natura 2000.

28 REPLANTEO DE LA OBRA

En el Documento nº2 Planos, se definen las coordenadas UTM Huso 30 de los puntos característicos de replanteo de las obras a ejecutar en el presente Proyecto.

29 PRESUPUESTO

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de SEIS MILLONES CIENTO DIECISÉIS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con TRECE CÉNTIMOS **(6,116,781.13 €).**

El desglose por unidades del Presupuesto de Ejecución Material es el siguiente:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP01	ESCOLLERAS	2,078,188.20	33.98
CAP02	APORTACIÓN DE ARENA	3,787,111.53	61.91
CAP03	VARIOS	18,280.00	0.30
CAP04	SEGURIDAD Y SALUD	76,912.89	1.26
CAP05	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	7,408.51	0.12
CAP06	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	148,880.00	2.43
	TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL	**6,116,781.13**	

Aplicando a esta cifra los porcentajes correspondientes al 13% de gastos generales, al 6% de beneficio industrial, se obtiene el Presupuesto Base de Licitación, sin IVA, que asciende a la cantidad de SIETE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS **(7,278,969.55€).**

Aplicando el correspondiente 21% de IVA se obtiene el **Presupuesto Base de Licitación** que asciende a la cantidad de OCHO MILLONES OCHOCIENTOS SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con DIECISÉIS CÉNTIMOS **(8,807,553.16€).**

30 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Este proyecto se refiere a una obra completa, en el sentido de que contienen todos los elementos precisos para que, una vez ejecutadas puedan ser entregadas al servicio correspondiente para su inmediata utilización, por lo que cumple con los artículos 13 y 117 la Ley 9/2017, de 30 de octubre, de Contratos de la Administración Pública y su Reglamento.

31 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En función de las características de la obra a realizar y en concordancia con lo dispuesto en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público y Reglamento General de dicha ley aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Capítulo II, Sección 1ª artículo 25), incluidas actualizaciones posteriores, se propone que en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rija la licitación, se exija a los posibles licitadores que acrediten la siguiente clasificación:

GRUPO: F. Marítimas

SUBGRUPO: 2. ESCOLLERAS

SUBGRUPO: 7. OBRAS MARÍTIMAS SIN CUALIFICACIÓN ESPECÍFICA

Tal y como establece el art. 26 del Reglamento R.D. 1098/2001, cuando la duración de los contratos sea igual o inferior a un año, la cuantía para establecer la categoría se efectuará por referencia al valor estimado del contrato.

Se han incluido como trabajos dentro del Subgrupo 2, el capítulo C01 correspondiente a la construcción de los espigones (01 Formación del nuevo espigón), clasificándose dentro de la categoría 4 (su cuantía excede de 840.000 euros y no sobrepasa los 2.400.000 euros).

Como trabajos del Subgrupo 7, la aportación de arenas a las playas y resto de actividades destinadas a su regeneración (capítulo C02 Aportación de Arenas), clasificándose dentro de la categoría 6 (su cuantía excede los 5.000.000 euros).

Como resultado la clasificación que debe tener el contratista es:

GRUPO: F. Marítimas

SUBGRUPO: 2. ESCOLLERAS

SUBGRUPO: 7. OBRAS MARÍTIMAS SIN CUALIFICACIÓN ESPECÍFICA

CATEGORÍA 6

32 REVISIÓN DE PRECIOS

El plazo de ejecución de las obras es de 158 días (aprox. 8 meses). Por tanto, no procede la inclusión de fórmula de revisión de precios.

En todo caso, si por razones no previstas, la obra se alargase en más de un año, la fórmula propuesta es:

- FÓRMULA 622. Playas artificiales con espigones de escollera

$$Kt = 0{,}15\ Et/E0 + 0{,}25\ Rt/R0 + 0{,}60$$

Los materiales básicos a incluir con carácter general en las fórmulas de revisión de precios y los símbolos que representan sus respectivos índices de precios en las fórmulas, será los siguientes:

Símbolo	Material
A	Aluminio.
B	Materiales bituminosos.
C	Cemento.
E	Energía.
F	Focos y luminarias.
L	Materiales cerámicos.
M	Madera.
O	Plantas.
P	Productos plásticos.
Q	Productos químicos.
R	Áridos y rocas.
S	Materiales siderúrgicos.
T	Materiales electrónicos.
U	Cobre.
V	Vidrio.
X	Materiales explosivos.

Figura 12. Símbolos de los materiales en revisión de precios

Representando los sub-índices: t (momento de la ejecución) y 0 (fecha de la licitación).

33 CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE

El presente proyecto cumple las disposiciones de la Ley de Costas (Ley 22/1988, de 28 de julio y Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral) y las normas generales y específicas dictadas para su desarrollo y aplicación, según establece el artículo 44.7 de dicha Ley y el artículo 97 de su Reglamento (Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas). Se ha tenido en cuenta, también, lo recogido en los artículos 91 y 92 del citado Reglamento, sobre Cambio Climático.

Asimismo, el presente proyecto cumple la legislación ambiental vigente, en particular la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental, de carácter estatal.

34 DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO CONSTRUCTIVO

El presente Proyecto lo integran los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS:

ANEJO 1 ANTECEDENTES

ANEJO 2 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO 3 ESTUDIOS PREVIOS

3.1 Estudio de clima continental e hidrología

3.2 Estudio del medio socioeconómico

3.3 Estudio patrimonial

3.4 Planeamiento, deslinde del DPMT y situación jurídico-administrativa

3.5 Estudio del medio biótico

3.6 Estudio del paisaje

ANEJO 4 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

ANEJO 5 GEOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

ANEJO 6 CLIMA MARÍTIMO

ANEJO 7 PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

ANEJO 8 DINÁMICA LITORAL

ANEJO 9 BASES DE DISEÑO

ANEJO 10 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO 11 ESTUDIO DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES DE APORTE

ANEJO 12 DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

ANEJO 13 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ANEJO 14 INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y COMPATIBILIDAD CON LA ESTRATEGIA MARINA DE LA DEMARCACIÓN LEVANTINO-BALEAR

ANEJO 15 CONTROL DE CALIDAD

ANEJO 16 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO 17 GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO 18 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº2 PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. ESTADO ACTUAL
3. PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS

4. PLANTA DE REPLANTEO DE LAS OBRAS
5. SECCIONES TIPO
6. PLANTA GENERAL DE PERFILES TRANSVERSALES DE LOS ESPIGONES
7. PERFILES TRANSVERSALES DE LOS ESPIGONES
8. PLANTA GENERAL DE PERFILES TRANSVERSALES DE LA PLAYA
9. PERFILES TRANSVERSALES DE LA PLAYA

DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO

MEDICIONES

CUADRO DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CUADRO DE PRECIOS Nº2

PRESUPUESTOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 5 PROGRAMA DE TRABAJOS

Valencia, Noviembre 2023

AUTOR DEL PROYECTO:

Ángela Pérez Bardal
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Nº Colegiado: 27575

ANEJO 1:
ANTECEDENTES

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS 1

2 MARCO GEOGRÁFICO Y SITUACIÓN ACTUAL 2

3 PROBLEMÁTICA 6

3.1 Problemas erosivos en el frente litoral 6

3.2 Problemática derivada del cambio climático 9

4 JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO 9

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS 10

6 INFORMACIÓN DE PARTIDA 20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de actuación. 2

Figura 2. Foto aérea de la Celda Norte de la Playa de La Torre y vistas del espigón norte (sup.) y del tramo central (centro) y de las dunas embrionarias y el espigón sur (inf.). 4

Figura 3. Foto aérea de la Playa de La Torre – Celda Sur y vista de ésta desde su trasdós. 5

Figura 4. Fotografías aéreas de la desembocadura del Río Mijares: septiembre 2017 (izq.), mayo de 2020 (centro), enero de 2022 (dcha.) 6

Figura 5. Frente litoral de Almazora en el año 2002 7

Figura 6. Actuación propuesta para las playas objeto de Proyecto. Fuente: Estrategia actuación costa Sur Castellón. CEDEX, 2015. 8

Figura 7. Efectos del temporal Gloria en el frente costero de Almazora. 9

Figura 8. Plano de estado actual del Proyecto de 2002. 10

Figura 9. Planta general de la obra. Proyecto de 2002. 11

Figura 10. Planta general de las obras del Proyecto Modificado "Obras rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)" (Intercontrol, 2006). Fuente: SPCC. 14

Figura 11. Detalle en planta de las estructuras proyectadas en el PM del 2006. 15

Figura 12. Secciones tipo de las estructuras proyectadas en el Proyecto Modificado (Intercontrol, 2006). 16

Figura 13. Sección tipo dique exento norte. 17

Figura 14. Solución proyectada en el Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli, T.M. de Almazora (Castellón)", Iberport consulting, 2010. 18

Figura 15. Sección tipo del pèrfil de playa de la regeneración d ela playa de Benafeli. Celda sur. Cero de referencia = NMMA. D_{50} material relleno = 10 mm. 18

Figura 16. Sección tipo del tramo emergido del espigón N1. 19

Figura 17. Sección tipo de los tramos sumergidos de los espigones N1 y N2. 19

Figura 18. Planta de detalle espigón N2. Cero de referencia = NMMA. El sistema de referencia de las coordenadas planimétricas (x,y) es el de la proyección U.T.M, Huso 30 y elipsoide de referencia Hayford. 20

1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El litoral de Almazora se sitúa inmediatamente al sur del puerto de Castellón. Esta ubicación y la dirección del FME (flujo medio de energía) han condicionado la evolución de su línea de costa, de modo que desde hace décadas sufre regresiones muy importantes que han obligado a realizar distintas actuaciones, incluyendo la implantación de estructuras marítimas e importantes aportaciones de material granular.

La última de estas actuaciones se corresponde con el proyecto de REGENERACIÓN AMBIENTAL Y LUCHA CONTRA LA EROSIÓN EN LA PLAYA DE BENAFELI, T.M. DE ALMAZORA" (CASTELLÓN), finalizado en octubre de 2017.

En el año 2015, dentro del marco de cooperación plasmado en el Convenio entre la *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar* y el *Centro de Experimentación de Obras Públicas* (CEDEX), mediante una encomienda de gestión para asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológicos, sobre la base de los estudios ya existentes, se actualizan las soluciones, y sobre todo se establece una priorización de los problemas detectados en la costa sur de Castellón, fijando las prioridades de actuación, distinguiendo subtramos con prioridad alta, media y baja. El ámbito del proyecto citado en el apartado anterior, coincide sensiblemente con el tramo de costa y las actuaciones previstas en la "ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL PUERTO DE CASTELLÓN" (en adelante, Estrategia de actuación costa Sur Castellón), clave CEDEX 22-414-5-002, para el norte de la fachada marítima del TM de Almazora, calificadas en este documento como de PRIORIDAD ALTA. Por este motivo se consideran ya ejecutadas.

En esta misma Estrategia de actuación costa Sur Castellón, en la playa de La Torre del TM de Almazora (sur de la fachada marítima), se proponen una serie de actuaciones, calificadas como de PRIORIDAD MEDIA.

Sobre la base de estos antecedentes, se plantea ahora la redacción de un proyecto que recoja en un documento único, la definición de una solución constructiva, integral y sostenible en un horizonte temporal razonable, para el tramo con PRIORIDAD MEDIA situado en el término municipal de Almassora, en la playa de La Torre, al norte de la desembocadura del río Mijares, en un tramo aproximado de 2000 m de frente marítimo.

A tal fin, en junio de 2022 la *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar* saca a concurso el "Contrato de servicio para la redacción de proyecto constructivo para la estabilización de la Playa de La Torre en Almazora (Castellón)", resultando adjudicataria, en septiembre de 2022, la empresa Ingeniería Avanzada de Obras Marítimas S.L.P., en adelante IGM.

2 MARCO GEOGRÁFICO Y SITUACIÓN ACTUAL

La playa de La Torre se encuentra situada en el borde litoral del municipio de Almazora, municipio que pertenece a la comarca de la Plana Alta de Castellón (Comunidad Valenciana), dentro de la llamada Costa del Azahar en el Mediterráneo Occidental.

La franja litoral de Almazora, con una extensión de más de 3 km, se extiende desde el sur de Castellón hasta el delta del río Mijares, y se caracteriza por ser abierta y rectilínea, con una orientación general casi N-S. El sedimento que está presente en sus playas alterna arena fina con cantos y bolos.

Figura 1. Localización de la zona de actuación.

En cuanto a sus playas, inmediatamente al sur del Puerto de Castellón se sitúa la playa de Benafeli, conformada por 3 celdas: (1) la celda norte, entre el primer espigón al sur del Puerto de Castellón y el tómbolo conformado al abrigo del dique exento existente, (2) la central, entre el tómbolo y el siguiente espigón perpendicular a costa, y (3) la celda sur hasta el siguiente espigón. Es al sur de esta última

celda, donde da comienzo la playa de La Torre objeto de actuación, conformada a su vez por dos celdas encajadas entre espigones perpendiculares, que se desarrolla hasta la desembocadura del Río Mijares, tramo de aproximadamente 1,5 km de frente marítimo.

Tanto la playa de La Torre, como la de Benafeli, son playas de carácter urbano, compuesta la primera fundamentalmente por arenas y la segundas por gravas, con un índice de ocupación medio.

Concretamente, el tramo de estudio, de 2000 m de longitud de costa, lo conforman las celdas N y S de la playa de La Torre, encajadas entre espigones perpendiculares a la costa, y la playa inmediatamente al sur frente al delta del río Mijares, playa de Les Goles. De norte a sur, se tiene:

- **Playa de La Torre – Celda Norte:** playa de 700 m de longitud encajada entre el espigón que linda con la playa de Benafeli, al norte, de 180 m de longitud, y el segundo espigón del tramo que se desarrolla en 2 tramos, el primero emergido de 127 m, y un tramo sumergido a continuación de unos 242 m. La anchura de playa varía entre los 80 m en su región meridional más ancha, junto al espigón sur, unos 30 m en la zona central, y 8 m en la región norte de la playa donde deja de tener influencia la protección brindada por el espigón norte, zona donde ha sido necesaria la colocación de bloques de escollera para la protección del vial "Partida Playa La Torre" frente a la acción del oleaje. Su trasdós está limitado por la presencia de dicho vial, construido en dominio público marítimo – terrestre (DPMT), tras el cual se emplazan, en la mayor parte de la playa, viviendas unifamiliares de bajo porte, por lo que podría constituir una playa semi-urbana. Si bien no existe en ella un verdadero sistema dunar, en las zonas donde la anchura de playa lo permite, se vislumbran ciertos montículos vegetados que podrían constituir dunas embrionarias.

Figura 2. Foto aérea de la Celda Norte de la Playa de La Torre y vistas del espigón norte (sup.) y del tramo central (centro) y de las dunas embrionarias y el espigón sur (inf.).

- **Playa de La Torre – Celda Sur:** celda de similar longitud que la anterior que se desarrolla entre el segundo espigón del tramo y el espigón sur de éste, asimismo constituido por dos tramos, uno emergido de unos 190 m, y otro sumergido de 365 m. Con anchos de playa seca que van desde los 100 m máximos en su región sur, 55 m en la norte junto al espigón, a la inexistencia de playa en la zona donde el espigón norte (2º del tramo) deja de abrigar la playa, y en que, por el mismo motivo que en la celda norte, ha sido necesario la colocación de un escollerado longitudinal para proteger la carretera adosada. En este caso, la playa presenta una forma en planta biparabólica (más acusada en el norte) por el efecto que ejercen las estructuras en la difracción del oleaje incidente.

Figura 3. Foto aérea de la Playa de La Torre – Celda Sur y vista de ésta desde su trasdós.

- **Playa/cordón litoral del delta del Mijares:** se trata de una zona catalogada como Zona Húmeda, Paisaje Protegido, LIC y ZEPA, por su valor paisajístico, su interesante vegetación y gran variedad de avifauna acuática. La desembocadura posee una alta capacidad de evacuación de caudales de avenida que, en condiciones normales está alimentada por agua marina. El delta lo componen tres golas, siendo la gola sur por la que desemboca verdaderamente el río Mijares. Su frente costero está constituido por un cordón de bolos de morfología variable condicionada por la disponibilidad de materiales y la acción de las dinámicas fluvial y litoral, que ha ido evolucionando y que hoy en día (fotografía aérea de enero de 2022, véase Figura 4) presenta un ancho de playa seca de 80 m entre las golas norte y central, y una flecha litoral de 25 m de anchura frente a la desembocadura del Mijares en la gola sur que ha cerrado una laguna en su interior. Este cordón recibe el nombre de **playa de Les Goles** en su región septentrional junto a la playa de La Torre.

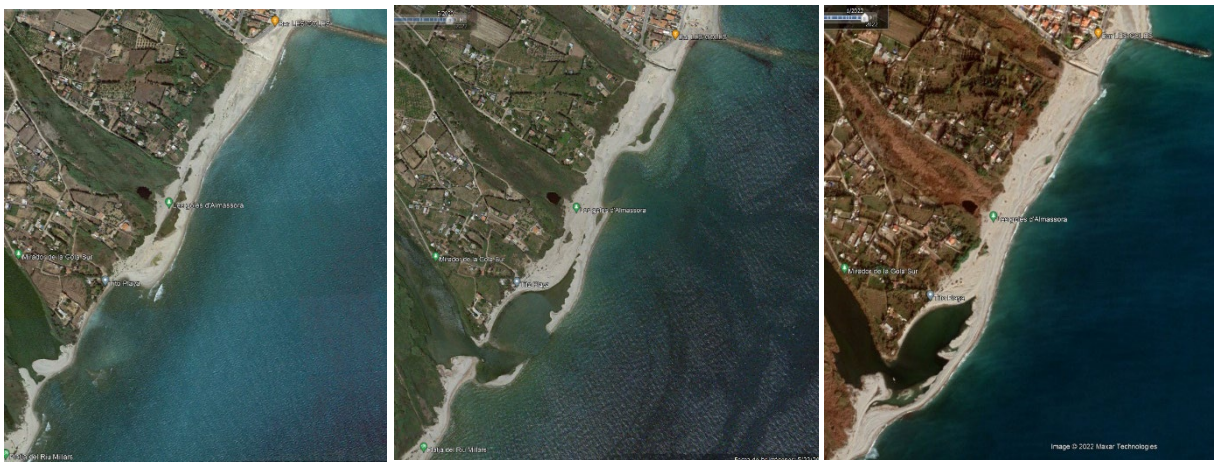


Figura 4. Fotografías aéreas de la desembocadura del Río Mijares: septiembre 2017 (izq.), mayo de 2020 (centro), enero de 2022 (dcha.)

3 PROBLEMÁTICA

3.1 Problemas erosivos en el frente litoral

En base a los antecedentes técnicos existentes del litoral valenciano, y en concreto del trabajo recopilado en las "Estrategias de Protección de la Costa" elaboradas por la *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar* en colaboración con el CEDEX, como ya se ha mencionado con anterioridad, la zona objeto de estudio se encuentra enmarcada dentro de la dedicada al análisis y propuesta de soluciones de la Costa Sur de Castellón, frente costero entre el Puerto de Castellón y el Puerto de Sagunto, sector norte.

Estos dos puertos constituyen una subunidad fisiográfica dentro del Óvalo Valenciano (unidad mayor que se desarrolla entre el Delta del Ebro, al N, y el Cabo de San Antonio, al S), puesto que sus estructuras de abrigo ejercen de barreras totales al transporte de sedimentos y por ende los sedimentos disponibles tienen su fuente y sumidero en la unidad, por lo que se puede considerar nulo el flujo de sedimento a través de las secciones transversales de ésta y su funcionamiento dinámico independiente del exterior.

Dentro de la unidad, con una orientación general de la costa NE-SW y una deriva litoral en este sentido, se diferencian dos tramos, del Puerto de Castellón al de Burriana, y de éste al de Sagunto, por la obstaculización que presenta este puerto deportivo al transporte litoral de sedimentos.

En el primero de ellos, la presencia del delta del río Mijares y el cambio en la orientación de la costa a partir de éste, llevan a su compartimentación en dos subtramos, al norte y sur del mismo.

El sub tramo norte, donde se emplaza la zona de actuación de proyecto, se alimentaba del sedimento proveniente de la costa norte, hoy totalmente cortado por la presencia del Puerto de Castellón, y de los depósitos del delta provenientes del caudal sólido que esporádicamente aporta el río, que

habitualmente no lo hace, pero que ocasionalmente puede expulsar, como sucedió en la avenida producida en octubre del año 2000.

Estos hechos, junto con la dirección del flujo medio de energía del oleaje (FME) en la zona, han condicionado la evolución de su línea de costa, de modo que desde hace décadas sufre regresiones muy importantes que han obligado a realizar distintas actuaciones, incluyendo la implantación de estructuras marítimas e importantes aportaciones de material granular.

A partir del año 1965, y ante el estado de deterioro de la costa de Almazora al sur del Puerto de Castellón, comenzaron a construirse las obras de defensa y rigidización que contemplaban la construcción de dos estructuras exentas al norte, en la playa de Benafeli (o Ben Afeli), y un campo de espigones transversales de poca longitud que cubrían todo el tramo de costa hasta la desembocadura del río Mijares (véase Figura 5). A pesar de que la actuación consiguió la acumulación de arena a barlomar de los espigones transversales y en el trasdós de los diques exentos, no se consiguió paliar el fenómeno erosivo, principalmente, en el primer tramo localizado inmediatamente al sur del puerto de Castellón, donde inicialmente los fenómenos de regresión fueron más patentes. En cumplimiento de la Resolución de septiembre de 2001 por la que se formuló la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto *"Ampliación del Puerto de Castellón"* y, como medida paliativa, se efectuó una aportación de grava en la celda situadas más al norte, y en la celda central entre los diques exentos que permitió con el avance de la línea de costa una mayor superficie de playa seca en estas celdas.

Figura 5. Frente litoral de Almazora en el año 2002

Posteriormente, en 2005 se inicia el Proyecto de "Rehabilitación del frente litoral de Almazora", promovido por la Autoridad Portuaria de Castellón, dentro de las actuaciones de regeneración desarrolladas en el tramo costero de Almazora como medida correctora de la ampliación del puerto. La actuación incluía la construcción de tres espigones perpendiculares a la costa, en sustitución de la batería de pequeños espigones previamente ejecutados que, aunque proporcionaban cierta estabilidad al sedimento existente, no conseguían paliar el retroceso de la línea de costa, y la

aportación de cerca de 350.000 m^3 de arenas y gravas de procedencia terrestre, en un tramo de unos 1,4 km de longitud de costa.

Posteriormente, en 2009, ante los problemas de regresión que presentaba la playa de Benafeli, y de inundación del vial colindante bajo la acción de temporales, como consecuencia de un diseño inadecuado de los diques exentos originales que llevaron a la formación de dos tómbolos excesivos, el Servicio Provincial de Costas de Castellón promovió la realización del Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli", realizado por Iberport Consulting, cuyas obras finalizaron en octubre de 2017.

Finalmente, como parte de la Estrategia de actuación de la Costa Sur de Castellón, anteriormente mencionada, las actuaciones que se prevén para la Playa de La Torre, que buscan reforzar la protección de las celdas de playa en su zona norte donde se presentan anchos mínimos insuficientes, y que complementan a las recogidas para la playa de Benafeli (que se consideran ya ejecutadas), son:

- Prolongación del espigón inmediatamente al sur del dique exento sur hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m^3 de sedimento (arena o grava).
- Prolongación del espigón inmediatamente al sur del anterior hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m^3 de sedimento (arena o grava)

Las cuales, serán tenidas en cuenta como alternativa básica del Proyecto, tal como se establece en el Pliego de Bases para el Contrato.

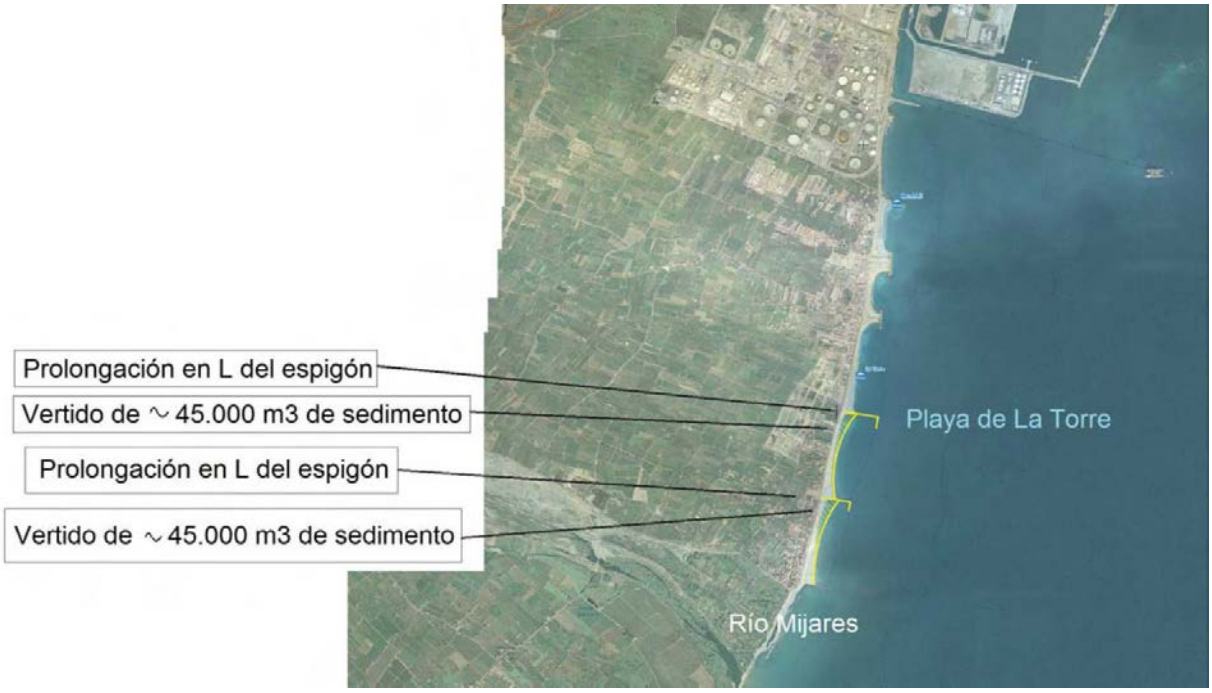


Figura 6. Actuación propuesta para las playas objeto de Proyecto. Fuente: Estrategia actuación costa Sur Castellón. CEDEX, 2015.

3.2 Problemática derivada del cambio climático

En los últimos años, el ascenso del nivel del mar como consecuencia del cambio climático y el aumento en la intensidad y frecuencia que vienen presentando los temporales marítimos (entre los que destaca la magnitud del temporal Gloria, ocurrido en enero de 2020, por registrar la mayor altura de ola de la serie histórica de oleajes desde 1958), agravan el problema erosivo.

Figura 7. Efectos del temporal Gloria en el frente costero de Almazora.

Como novedad respecto estudios anteriores, el informe final realizado por el CEDEX incluye las previsiones de los efectos del cambio climático respecto de la actual dinámica litoral. Los resultados muestran retrocesos importantes de la línea de orilla que, para el caso de la playa de La Torre se estima en 27 m a año horizonte 2050, y 76 m a año 2100.

Estos resultados, ponen de manifiesto la necesidad de considerar los efectos del cambio climático como condicionante de las alternativas a plantear en el presente proyecto.

4 JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

Como se ha visto en los puntos anteriores, las playas en este subtramo costero presentan grandes problemas de erosión que han llevado a la casi total desaparición de la playa seca en las zonas donde las estructuras de protección dejan de tener influencia, habiéndose precisado la colocación de bloques de escollera para proteger la carretera en su trasdós de los embates del mar en episodios de temporal.

La actual estrechez de las playas dificulta asimismo el uso y disfrute de las mismas por parte de los usuarios.

Si bien este borde costero fue catalogado como de PRIORIDAD MEDIA DE ACTUACIÓN, el estado en el que se hallan las playas requiere de su regeneración[1] para devolverles sus funciones de protección costera y uso lúdico que, junto con el de hábitat de flora y fauna, éstas ejercen de forma natural.

[1] "Documento temático de Regeneración de playas". Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas, GIOC de la Universidad de Cantabria.

El presente contrato tiene como objetivo la "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)", así como la elaboración de su Estudio de Impacto Ambiental, de un Estudio específico Paisajístico, y de un Estudio Arqueológico de la zona mediante prospección submarina.

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS

Las Obras y Proyectos realizados con anterioridad en el tramo de costa objeto de actuación, son:

- **"Proyecto de rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", HIDTMA Hidráulica y Medio Ambiente, octubre 2002.**

La solución proyectada consistía en la prolongación de dos de los espigones recientemente construidos por la Autoridad Portuaria de Castellón (ver plano de la Figura 8), así como la construcción de uno nuevo 700 m al norte y la regeneración de la playa por medio de aportes de arena y grava (Figura 9).

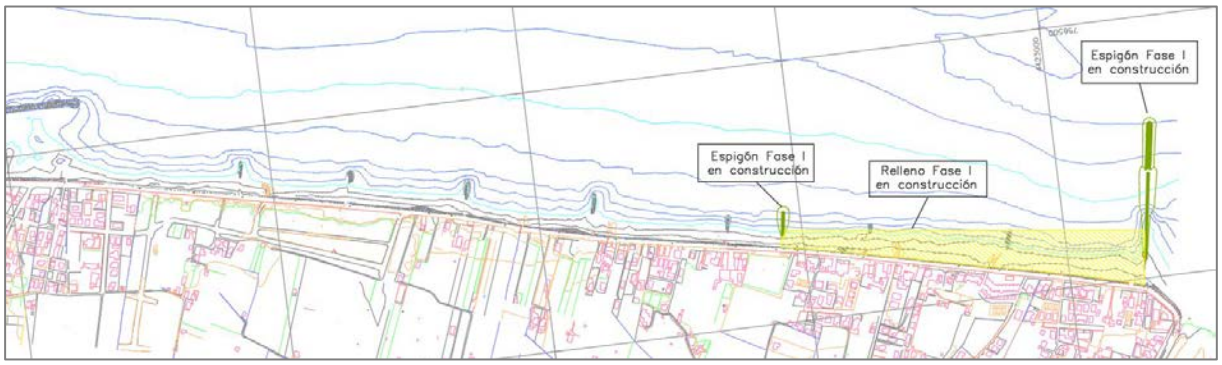


Figura 8. Plano de estado actual del Proyecto de 2002.

Espigones:

- Nº1 (sur): prolongación del espigón que limita al sur la playa de La Torre, de 360 m de longitud, en dos tramos rectos: (1) recrecido del espigón de 100 m sumergido a cota –1,50 construido por la Autoridad Portuaria hasta situarlo a cota –0,50, con escollera de 3-4 t y talud 3:2; y (2) prolongación de 260 m de éste, discurriendo en profundidades comprendidas entre –7,0 y –8,0 m y con su coronación a –1,00 m sobre la BMVE, estando constituido por un núcleo de escollera de 300-500 kg y dos capas de escollera de 3 – 4 t, talud 3:2.
- Nº2 (centro): prolongación del 2º espigón de la playa, de 225 m de longitud, asimismo en dos tramos: (1) de 100 m de longitud, en profundidades comprendidas entre –3,0 y –4,5 m, y coronado a la +1,50 m sobre la BMVE, constituido por un núcleo escollera de 300-500 kg y dos capas de escollera de 5 – 6 t, talud 2:1; y (2) de 125 m de longitud, discurriendo en profundidades comprendidas entre –4,5 y –5,5 m y coronado a la –1,0 m bajo la BMVE, constituido por un núcleo de escollera de 300-500 kg y dos capas de escollera de 3 – 4 t, talud 3:2.

- Nº3 (norte): nuevo espigón de 150 m de longitud situado a 700 m al norte del anterior, en profundidades comprendidas entre +1,0 y –4,35 m, coronado a la +1,50 m sobre la BMVE, y constituido por un núcleo de escollera de 300-500 kg y dos capas de escollera de 5 – 6 t, talud 2:1.

Figura 9. Planta general de la obra. Proyecto de 2002.

<u>Regeneración de playas:</u>

- Playa de La Torre:
  - Celda Sur, entre los espigones nº1 y nº2: aporte de 199.135 m^3 de arena (D_{50}=0,5 mm) procedente de cantera.

- Celda Central, entre los espigones nº2 y nº3: aporte de 109.497 m^3 de grava procedente de cantera.
- Celda Norte, 700 m al N del espigón nº3: aporte de 26.652m^3 de grava procedente de cantera.

- Playa de Ben-Afeli: aporte de 10.000 m^3 de grava procedente de cantera sobre playa seca para elevar la cota de la misma. El relleno se realizará hasta cota ±0.00 previo explanado de la playa para dejar toda la playa seca a la misma cota y de limpieza de cantos de peso superior a 3 kg.

Actuaciones complementarias:

- Construcción de superficies filtrantes en la desembocadura de las acequias, de forma que se eviten los habituales regueros de agua que discurren por la playa y provocan molestias a los usuarios.
- Estabilización del tramo situado entre los diques exentos de la playa de Ben-Afeli mediante la instalación de un arrecife artificial que reduzca la energía del oleaje incidente y favorezca el apoyo del perfil de playa, compuesto por piezas prefabricadas de hormigón armado sobre lámina de geotextil.

- **Proyecto modificado del Proyecto "Obras rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", InterControl, marzo 2006.**

Mejora del anterior ante un mayor conocimiento del comportamiento de la actuación acometida por el Puerto de Castellón en la celda sur en el que se plantea aumentar la cantidad de arena en disminución de la de gravas, sin detrimento de la estabilidad esperada de la plataforma de playa.

Esta sustitución de material, y los pequeños reajustes que implica en las estructuras de contención, es la que se plantea en el modificado.

Modificaciones al Proyecto de 2002:

1. Supresión de la totalidad de elementos prefabricados en la Playa de Benafeli (arrecife artificial)
2. Modificación de la tipología de materiales: Se ha realizado un cambio en los materiales de relleno en la celda 2 centro que en origen se establecía con grava. En la propuesta de modificado se realiza el relleno de la celda 2 con arena procedente de cantera de tamaño de árido D_{50} = 0,5 mm, al igual que en la celda 1 (celda sur).
   - Volumen actualizado de relleno en celda 1 (sur) = 162,706.25 m^3.
   - Volumen actualizado de relleno en celda 2 (centro) = 246,362.53 m^3.

3. Cribado de grava de la playa para relleno de la misma y gravilla de machaqueo para relleno de playa:
    - El cribado de grava y retirada del mismo se realiza en la celda 2 (central), para un paso de malla de 50 mm, y se destina a la formación de las celdas 3 (norte) y 4 (playa Benafeli).
    - La gravilla de machaqueo proviene del material cribado y de la celda 2 con un paso de malla de 20 mm, y se destina a la formación de las celdas 3 y 4.
4. Ampliación de 100 m la longitud del espigón nº2 Centro.
5. Colocación de boya de balizamiento en el morro del espigón nº2 Centro.
6. Giro en la orientación del tramo sumergido del espigón nº1 sur hacia el N.
7. Retirada de espigón exento en una longitud de 50 m. Dicho espigón se localiza en la celda 4.

La imagen a continuación muestra el plano de planta general de las obras de esta solución modificada, mostrándose en la Figura 11 y Figura 12 la planta y secciones tipo de las estructuras planteadas, respectivamente.

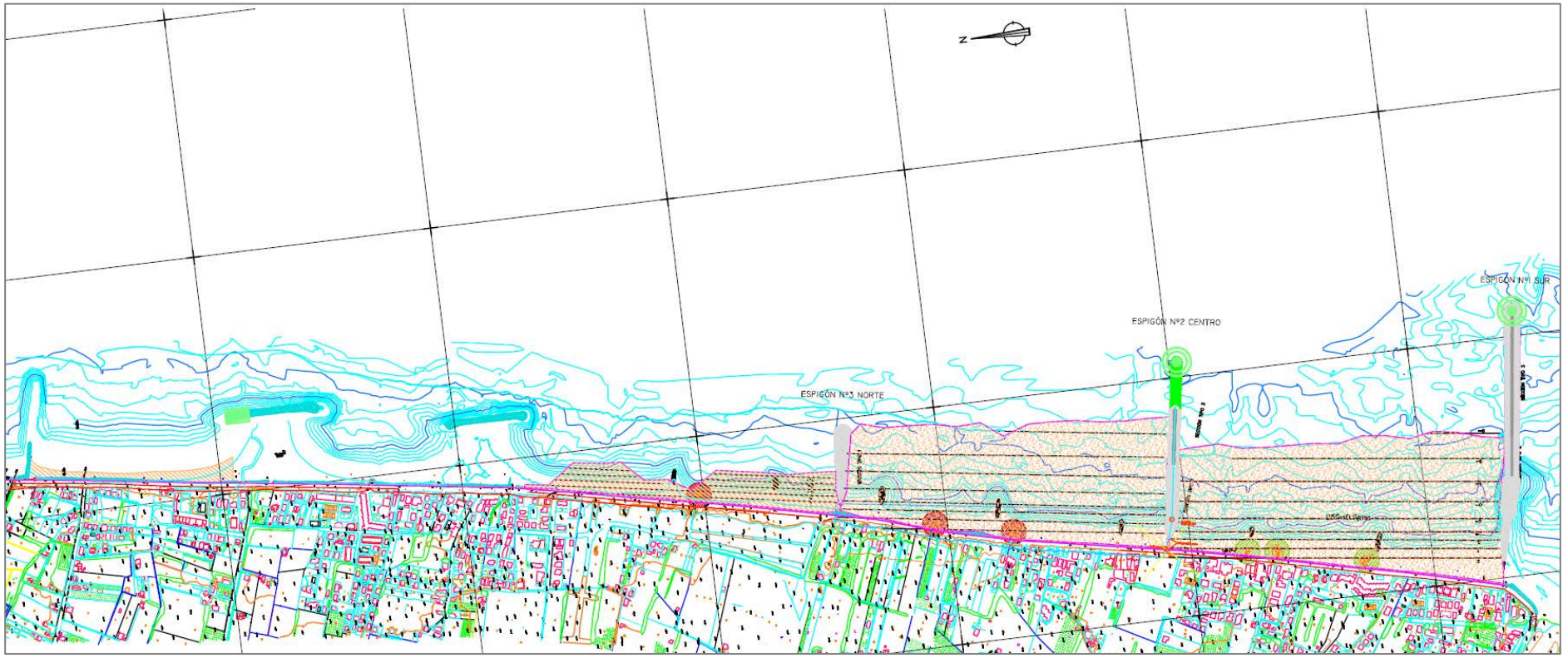


Figura 10. Planta general de las obras del Proyecto Modificado "Obras rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)" (Intercontrol, 2006). Fuente: SPCC.

Figura 11. Detalle en planta de las estructuras proyectadas en el PM del 2006.

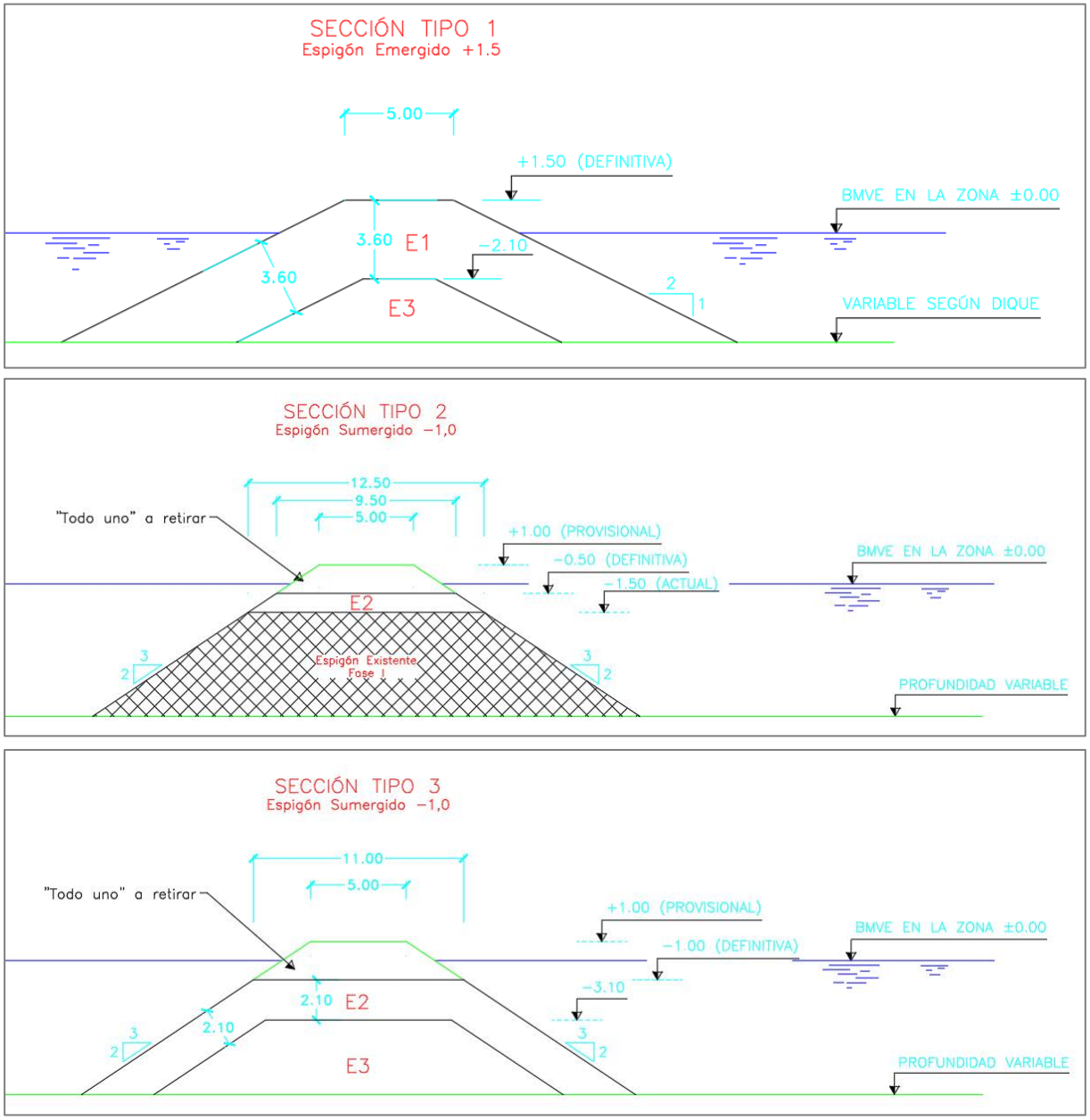


Figura 12. Secciones tipo de las estructuras proyectadas en el Proyecto Modificado (Intercontrol, 2006).

- **Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli, T.M. de Almazora (Castellón)", Iberport consulting, mayo 2010.**

De forma general, la solución propuesta en Proyecto contempla el acortamiento y reducción de la cota de coronación del exento norte, la ejecución de un espigón perpendicular (Espigón N1) en sustitución del exento sur y la prolongación del espigón que limita el ámbito de actuación al sur (Espigón N2). Además, se propone la excavación y redistribución del material acumulado en el trasdós de los diques exentos para su utilización posterior como material de aporte del perfil de la nueva playa y la recarga del perfil de la playa en las tres celdas de actuación con material tipo grava de D_{50}=10 mm. (véase Figura 14)

La solución final adoptada para llevar a cabo la regeneración de la playa de Benafeli contempla, de forma detallada, las siguientes actuaciones:

- Acortamiento en 65 m del dique exento norte hasta los 125 m y disminución de su cota de coronación hasta la +1.00 m. La sección transversal del dique resultante está formada por escollera de 5 a 6 t en manto y núcleo de todo uno. El ancho de coronación resultante del desmontaje de la estructura es de 9 m, manteniendo su talud 1,5H:1V pre-existente.

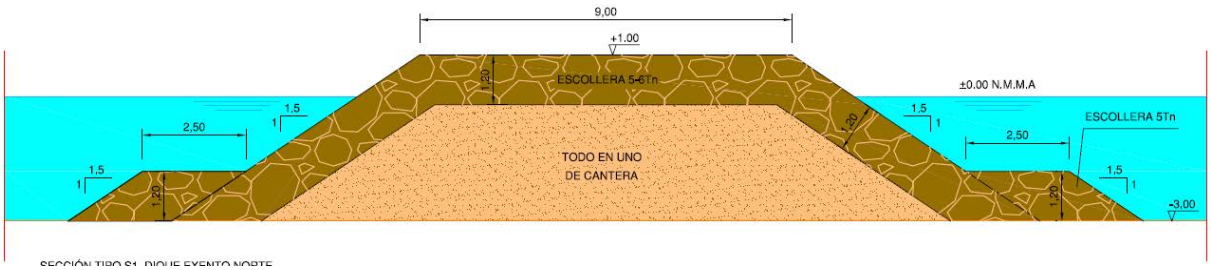


Figura 13. Sección tipo dique exento norte.

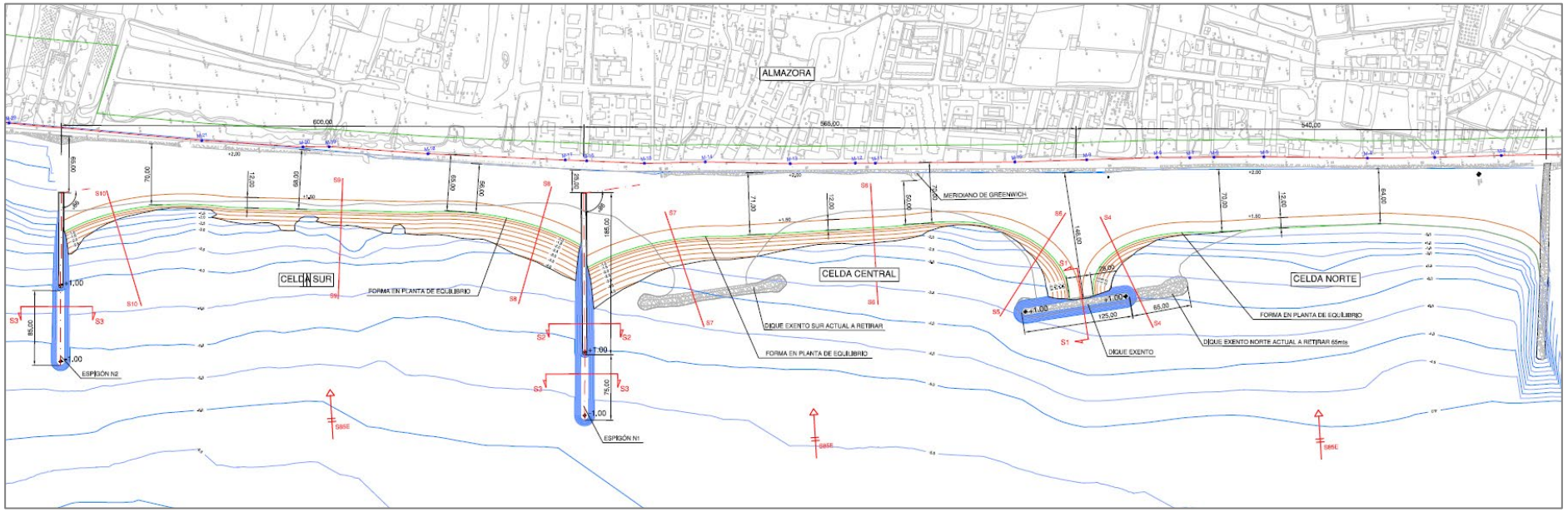


Figura 14. Solución proyectada en el Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli, T.M. de Almazora (Castellón)", Iberport consulting, 2010.

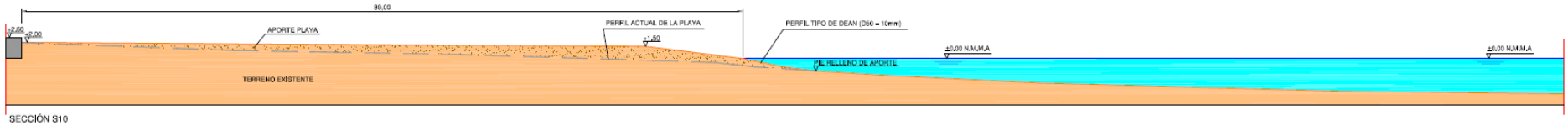


Figura 15. Sección tipo del pèrfil de playa de la regeneración d ela playa de Benafeli. Celda sur. Cero de referencia = NMMA. D_{50} material relleno = 10 mm.

- Ejecución de un espigón perpendicular de 260 m de longitud total (Espigón N1) que presenta un primer tramo emergido de 185 m coronado en su extremo a la +1,00 m, y un segundo tramo sumergido de 75 m a la -1,00 m hasta alcanzar los 5,5 m de profundidad. La sección tipo del tramo emergido está formada por dos capas de escollera de 5 a 6 t en manto, procedente del desmontaje de los diques exentos, y núcleo de escollera de 500 a 600 kg. El tramo sumergido presenta una sección tipo formada por dos capas de escollera de 3 a 4 t en el manto y escollera de 300-400 kg para formar el núcleo de la sección.

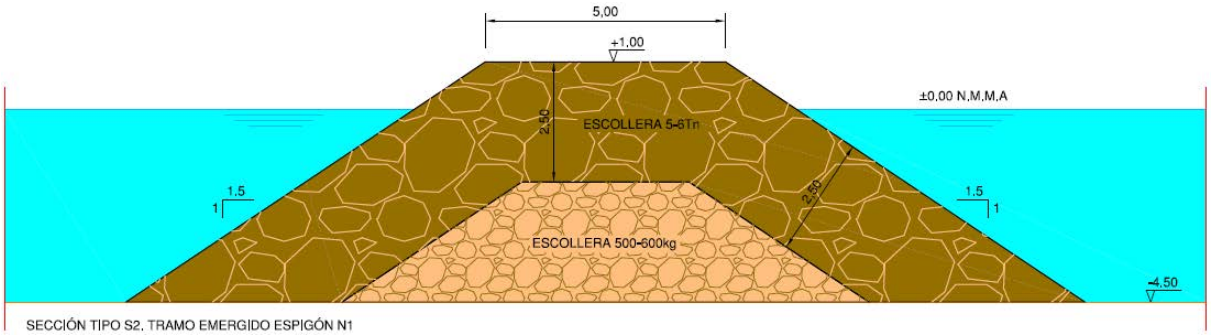


Figura 16. Sección tipo del tramo emergido del espigón N1.

- Recrecido de 85 m del actual espigón sur (Espigón N2) con una solución de dique sumergido a la cota -1,00 m que presenta la misma sección tipo que la definida en el Espigón N1, y se prolonga hasta la batimétrica de -5,3 m.

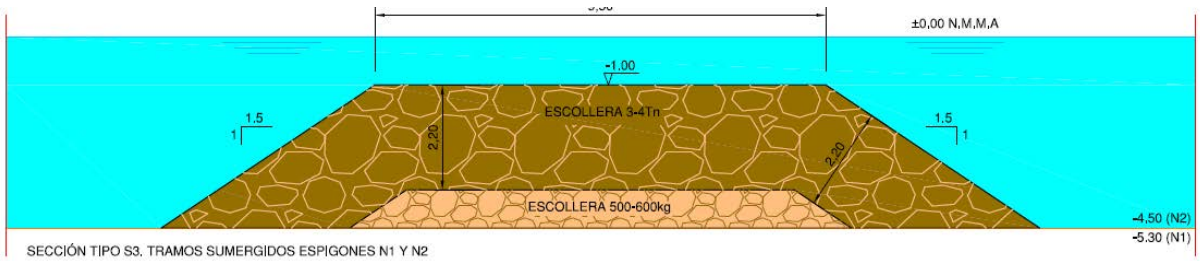
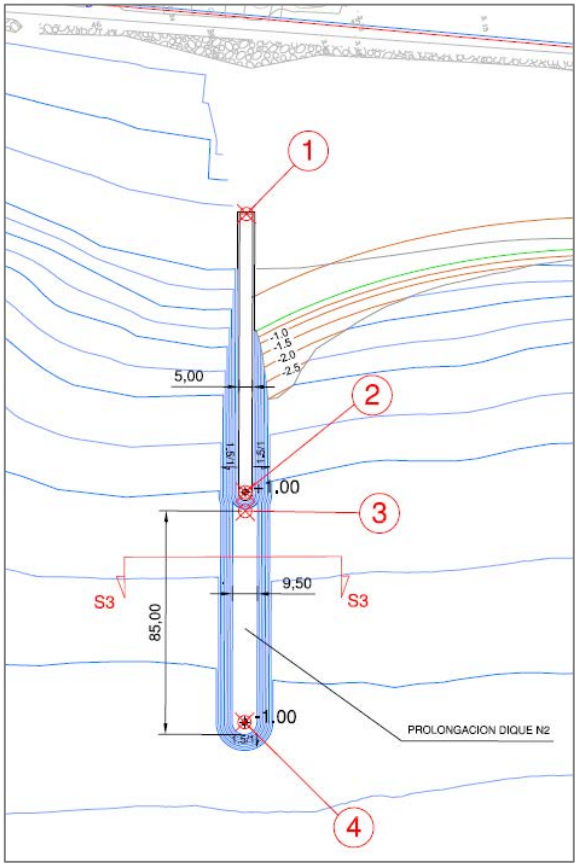


Figura 17. Sección tipo de los tramos sumergidos de los espigones N1 y N2.



Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
1	756363,760	4424210,970	+1,000
2	756468,275	4424194,916	+1,000
3	756475,374	4424193,832	-1,000
4	756554,670	4424181,721	-1,000

Figura 18. Planta de detalle espigón N2. Cero de referencia = NMMA. El sistema de referencia de las coordenadas planimétricas (x,y) es el de la proyección U.T.M, Huso 30 y elipsoide de referencia Hayford.

- Excavación mecánica de 49.463 m^3 de material acumulado en el trasdós de los diques exentos para su utilización posterior como material de aporte del perfil de la nueva playa.

- Recarga del perfil de la playa en las tres celdas de actuación con material tipo grava de D_{50}=10 mm procedente de la Rambla de la Viuda para asegurar una anchura mínima de 50-55 m. La celda norte se rellena con 34.837 m^3 de grava, en la celda central, limitada por los espigones N1 y N2 se realiza un aporte de 45.473 m^3 de grava y, por último, la celda sur se recarga con un volumen de grava de 52.929 m^3 (véase Figura 15.). Teniendo en cuenta que el volumen de grava recuperable es de unos 49.463 m^3, el volumen final de aporte resulta de 83.776 m^3.

6 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Para la redacción del Proyecto se cuenta con la siguiente documentación recopilada:

- "Estudios de dinámica litoral, defensa y propuestas de mejora en las playas con problemas erosivos, considerando los efectos del cambio climático: Estrategia de actuación del tramo de costa comprendido entre el Puerto de Castellón y el Puerto de Sagunto (Castellón Sur)". CEDEX, 2015.

- "Estudio ecocartográfico del litoral de la Provincia de Castellón", realizado por la empresa HIDTMA durante los años 2009 y 2010 para la D.G. de Costas.
- "Estrategia de adaptación del Cambio Climático a la Costa Española", Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, 2017.
- "Proyecto de rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", HIDTMA Hidráulica y Medio Ambiente, octubre 2002.
- Proyecto modificado del Proyecto "Obras rehabilitación del frente litoral de Almazora, T.M. de Almazora (Castellón)", InterControl, marzo 2006.
- Proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli, T.M. de Almazora (Castellón)", Iberport consulting, mayo 2010.
- "Plan General de Ordenación Urbana de Almazora" (Publicación BOP 1 diciembre 1998) y sus modificaciones posteriores.
- Líneas de DPMT y sus zonas de servidumbre y protección proporcionadas por el Servicio Provincial de Costas en Castellón.
- Red de bases/reseñas de replanteo proporcionadas por el Servicio Provincial de Costas en Castellón para los levantamientos del terreno en la zona.
- "Recomendaciones para incorporar a la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación ambiental de la A.G.E.", de la Subdirección Gral. De Evaluación Ambiental (2019).
- "Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Ciclo de planificación hidrológica 2022 – 2027". Confederación Hidrográfica del Júcar, abril 2022.
- Información sobre las masas de agua contenida en el "Sistema de Información del agua de la Confederación Hidrográfica del Júcar" (SIA Júcar)
- Calidad de las Aguas de Baño del Sistema de Información Nacional de Aguas de Baño (Náyade).
- Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Instituto de Meteorología de Portugal. 2011. "Atlas Climático Ibérico".
- Información climática proporcionada por el "Visor del Atlas Climático de la Península y Baleares" de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- Datos de agentes climáticos marinos de la Base de datos Oceanográfica de Puertos del Estado.

- Hoja 641 "Castellón de la Plana" del Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Instituto Geológico y Minero de España.
- Documentación relativa a Espacios Naturales Protegidos procedente del Visor del Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO y del Visor Cartográfico de la GVA.
- Especies prioritarias del Banco de Datos de la Biodiversidad de la GVA.

ANEJO 2:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE

1 OBJETO 1

2 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL ESTADO ACTUAL 1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista hacia el sur de la celda norte de la playa de La Torre. 1

Figura 2. Vista hacia el sur de la celda sur de la playa de La Torre. 2

Figura 3. Franja de gravas en la celda norte de la playa de La Torre objeto de actuación. 3

Figura 4. Trasdós de la región meridional de la celda sur de la playa de La Torre. 3

Figura 5. Fotografía de la playa de Benafeli tomada desde el arranque del espigón norte de la primera celda de la playa de La Torre. 4

Figura 6. Fotografía de la celda norte de la playa de La Torre tomada desde su espigón norte donde se observa el escollerado presente en la misma. 4

Figura 7. Escollerado en el trasdós de la celda norte de la playa de La Torre. 5

Figura 8. Escollerado en trasdós de la celda sur. 5

Figura 9. Carteles en fachadas y muros en primera línea de playa. 6

Figura 10. Espigón norte del tramo. 7

Figura 11. Fotografía del espigón norte tomada desde el trasdós de la celda norte de playa donde se observa la diferencia de material sedimentario entre la playa de Benafeli y la playa de la Torre. 7

Figura 12. Espigón central con boya señalizando la ubicación del morro sumergido. 8

Figura 13. Espigón sur. Fotografías desde su arranque (sup.) y desde la playa de Les Goles frente a la desembocadura del río Mijares (inf.). 9

Figura 14. Pelotas de Posidonia en el arranque del espigón norte del tramo. 9

Figura 15. Fotografía del brazo norte de la desembocadura del río Mijares. 10

Figura 16. Conexión con el mar del brazo norte de la desembocadura del río Mijares. 10

Figura 17. Extremo mar de la desembocadura y vista del espigón sur de la playa de La Torre. 11

Figura 18. Fotografía de la playa de Les Goles tomada hacia el sur. 12

Figura 19. Fotografía del espigón sur del tramo tomada desde la playa de Les Goles. 12

Figura 20. Trasdós de la playa de Les Goles hacia el sur. 13

Figura 21. Gravas halladas en la playa de Les Goles con signos de haber estado en contacto con el mar por la presencia de restos de dátil de mar (izq.) y comcrecionamientos calcáreos (dcha.). 13

Figura 22. Zona de anidación del Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*). 14

Figura 23. Cartel informativo sobre la zona de la desembocadura del Río Mijares ubicado en el trasdós de la playa de Les Goles. 15

1 OBJETO

El objetivo de este Anejo es realizar una descripción fotográfica del estado actual de la zona de estudio. Para ello, se adjuntan a continuación diversas fotografías tomadas in situ el 5 de octubre de 2022.

2 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL ESTADO ACTUAL

El borde litoral objeto de actuación está compuesto por las celdas norte (Figura 1) y sur (Figura 2) de la playa de La Torre (T.M. de Almazora).

Figura 1. Vista hacia el sur de la celda norte de la playa de La Torre.

Figura 2. Vista hacia el sur de la celda sur de la playa de La Torre.

Éstas, están compuestas fundamentalmente de arenas, pero se observa una franja de gravas en el estrán de las playas (Figura 3) y en ciertas zonas del trasdós (Figura 4). Gravas que posiblemente provienen del tramo inmediatamente al norte (playa de Benafeli) que se regeneró con gravas (Figura 5).

Figura 3. Franja de gravas en la celda norte de la playa de La Torre objeto de actuación.

Figura 4. Trasdós de la región meridional de la celda sur de la playa de La Torre.

La fotografía a continuación muestra la playa de Benafeli inmediatamente al norte:

Figura 5. Fotografía de la playa de Benafeli tomada desde el arranque del espigón norte de la primera celda de la playa de La Torre.

En la región central de las celdas, la playa es prácticamente inexistente, y en su lugar se ha dispuesto escollera colocada aleatoriamente para proteger la carretera en su trasdós. Este escollerado se halla en las regiones norte y central de ambas celdas.

Figura 6. Fotografía de la celda norte de la playa de La Torre tomada desde su espigón norte donde se observa el escollerado presente en la misma.

Figura 7. Escollerado en el trasdós de la celda norte de la playa de La Torre.

Figura 8. Escollerado en trasdós de la celda sur.

El precario estado en que se hallan las playas ha llevado a que sus usuarios cuelguen carteles en las fachadas y muros de las casas de primera línea (ubicadas en SP del DPMT, puesto que la línea de deslinde de éste transcurre por el límite interior de la carretera) con el mensaje: "Espigons, ja! Platja d'Almassora", tal y como se observa en las siguientes fotografías:

Figura 9. Carteles en fachadas y muros en primera línea de playa.

Los espigones están conformados por escollera concertada. Del espigón norte destaca la diferencia de anchura del arranque, más ancho (ver si se trata de la desembocadura de una acequia/colector), y del tramo mar, más estrecho. Los morros de los espigones centro y sur, al estar sumergidos, están señalizados con una boya.

Figura 10. Espigón norte del tramo.

Figura 11. Fotografía del espigón norte tomada desde el trasdós de la celda norte de playa donde se observa la diferencia de material sedimentario entre la playa de Benafeli y la playa de la Torre.

Figura 12. Espigón central con boya señalizando la ubicación del morro sumergido.

Figura 13. Espigón sur. Fotografías desde su arranque (sup.) y desde la playa de Les Goles frente a la desembocadura del río Mijares (inf.).

En las playas, se observan "pelotas de Posidonia" (también conocidas como "bolas de Neptuno") constituidas por los restos de los rizomas de la planta (*Posidonia oceanica*) que con el vaivén de las olas y el rozamiento con el fondo llevan a la formación de estas bolas que son sacadas del mar en episodios de temporal.

Figura 14. Pelotas de Posidonia en el arranque del espigón norte del tramo.

El brazo norte de la desembocadura del río Mijares, el inmediatamente al sur de la zona objeto de proyecto, ha quedado aislado del mar y el agua estancada se halla completamente eutrofizada. Véase la proliferación de algas verdes en la superficie del agua y la presencia de especie vegetales hidrófitas, como las cañas, en la Figura 15 a continuación. Su desembocadura o conexión con el mar, está asimismo parcialmente colonizada por vegetación, tal y como puede observarse en la Figura 16.

Figura 15. Fotografía del brazo norte de la desembocadura del río Mijares.

Figura 16. Conexión con el mar del brazo norte de la desembocadura del río Mijares.

Figura 17. Extremo mar de la desembocadura y vista del espigón sur de la playa de La Torre.

La playa frente a la misma (Playa de Les Goles), inmediatamente al sur del espigón sur, se compone de gravas-bolos (algunos de los cuales que se emplazan en la berma presentan signos de haber estado en contacto con el mar, por presentar restos de dátiles de mar, *Litophaga litophaga*, y concrecionamientos calcáreos, Figura 21), mezclados con arena en trasdós.

Figura 18. Fotografía de la playa de Les Goles tomada hacia el sur.

Figura 19. Fotografía del espigón sur del tramo tomada desde la playa de Les Goles.

Figura 20. Trasdós de la playa de Les Goles hacia el sur.

Figura 21. Gravas halladas en la playa de Les Goles con signos de haber estado en contacto con el mar por la presencia de restos de dátil de mar (izq.) y comcrecionamientos calcáreos (dcha.).

En la región interior de esta playa de Les Goles, se ha dispuesto vallado blando para anidación del Chorlitejo chico, zona protegida.

Figura 22. Zona de anidación del Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*).

Figura 23. Cartel informativo sobre la zona de la desembocadura del Río Mijares ubicado en el trasdós de la playa de Les Goles.

ANEJO 3:
ESTUDIOS PREVIOS

ÍNDICE

1 OBJETO 1

2 ESTUDIOS PREVIOS 1

1 OBJETO

La costa es un elemento del territorio en el que confluyen multitud de factores e intereses (ambientales, socio-económicos, físicos, etc.), que son particulares de cada tramo y que deben tenerse en cuenta como condicionantes del diseño de actuaciones sostenibles en la misma.

El presente Anejo tiene así por objeto el recopilar los Estudios Previos específicos realizados para caracterizar estas componentes del entorno litoral objeto de actuación que no se abordan en otros Anejos del Proyecto.

2 ESTUDIOS PREVIOS

- Estudio de clima continental e hidrología
- Estudio del medio socio-económico
- Estudio patrimonial
- Planeamiento, deslinde del DPMT y situación jurídico-administrativa
- Estudio del medio biótico
- Estudio del paisaje

ANEJO 3.1: ESTUDIO DE CLIMA CONTINENTAL E HIDROLOGÍA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO 1

2.1 Características termométricas 3

2.2 Características pluviométricas 4

3 HIDROLOGÍA 5

3.1 Hidrología superficial 6

3.2 Hidrología subterránea o hidrogeología 27

4 ANÁLISIS DE LA INUNDABILIDAD 30

4.1 Introducción 30

4.2 Inundación de origen fluvial 32

4.3 Inundación de origen marino 36

Anexo 3.1.1 Calidad de las aguas y los sedimentos de la zona de actuación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la península ibérica, islas Baleares y Canarias; y zoom del área costera entre el Delta del Ebro y el Puerto de Valencia. 2

Figura 2. Registro de las temperaturas medias mensuales del municipio de Burriana (1981-2010). Fuente: AEMET. 4

Figura 3. Precipitación media (sup.) y acumulada (inf.) en el municipio de Almazora a lo largo del año. Fuente: AEMET. 5

Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación hidrográfica del Júcar. 6

Figura 5. Río Mijares desde su nacimiento en Cedrillas hasta su desembocadura entre los TTMM de Almazora y Burriana, al sur de la zona objeto de actuación. 7

Figura 6. Fotografía aérea de la desembocadura del Río Mijares 8

Figura 7. Esquema de evaluación del estado en ríos. Indicadores. Fuente: Plan Hidrológico del Júcar (PHJ) 10

Figura 8. Esquema de evaluación del estado de las masas de agua superficiales naturales. 10

Figura 9. Masa de agua costera C004 Cabo de Oropesa-Burriana, resaltada en azul oscuro (sup.) y límite entre las dos masas mencionadas al N de la zona de actuación (inf.). Fuente: SIA Júcar. 12

Figura 10. Indicadores empleados para la determinación del estado de las aguas costeras. Fuente: PHJ. 13

Figura 11. Distribución d elas estaciones de muestreo de calidad de las aguas..... 17

Figura 12. Representación gráfica de los perfiles de temperatura. 18

Figura 13. Representación gráfica de los perfiles de salinidad. 19

Figura 14. Representación gráfica de los perfiles de clorofila-a. 20

Figura 15. Representación gráfica de los perfiles de OD. 21

Figura 16. Representación gráfica de los perfiles de turbidez. 22

Figura 17. Diagramas de barras de los valores de COT (izq.) y SS (dcha.) medidos en las estaciones muestreadas. 23

Figura 18. Puntos de muestreo de calidad de las aguas de baño en las playas de los Poblados Marítimos de Burriana. Fuente: Visor Cartográfico GVA. 25

Figura 19. Parámetros indicadores de la calidad de las aguas de baño de la Playa de La Torre (Almazora). Temporadas 2019-2022. 25

Figura 20. Canalización de acequia adosada al espigón N de la Playa de La Torre. 26

Figura 21. Localización de vertido superficial desde acequia, canal o gola. Fuente: Ecocartografía de Castellón. 26

Figura 22. Fotografías aéreas de las acequias que desembocan en la celda sur de la Playa de La Torre de 2015 (izq.) y 2022 (dcha.) 26

Figura 23. Extracto del plano de "Regadíos históricos del Baix Millars – Los riegos de Almassora" donde se observan la acequias existentes en el entorno de la zona de proyecto. 27

Figura 24. Delimitación de masas de agua subterránea en la DHJ. 28

Figura 25. Masas de agua subterránea. Tipo litológico predominante. Fuente: PHJ. 29

Figura 26. Clasificación del riesgo de inundación del municipio de Almassora. 32

Figura 27. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=10 años. 33

Figura 28. Zonas inundables por un evento de T_R=50 años. 33

Figura 29. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=100 años. 33

Figura 30. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=500 años. 34

Figura 31. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a una inundación de T_R=100 años. 34

Figura 32. Riesgos sobre puntos de especial importancia (izq.) y áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a una inundación de T_R=100 años. 35

Figura 33. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a una inundación de T_R=500 años. 35

Figura 34. Riesgos sobre puntos de especial importancia (izq.) y áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a una inundación de T_R=500 años. 36

Figura 35. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un temporal marítimo de T_R=100 años. 36

Figura 36. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad* de la inundación (dcha.) ocasionada por un temporal marítimo de T_R=500 años. *Nota: según visor SNCZI, la capa de peligrosidad T_R=500 años aquí mostrada presenta errores. 37

Figura 37. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a la inundación producida por un temporal marítimo de T_R=100 años..... 37

Figura 38. Riesgos en puntos de especial importancia (izq.) y sobre áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a la inundación producida por un temporal marítimo de T_R=100 años. 38

Figura 39. Altura de ola de tsunami en las costas españolas. Fuente: estudio de peligrosidad de maremoto a nivel nacional. 40

Figura 40. Extracto del Mapa de peligrosidad de Maremotos en las costas españolas. Fuente: DGPCE. 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores climatológicos normales establecidos para el periodo 1981-2010 a partir de los datos registrados por la estación meteorológica de Castellón-Almazora (0º4'19''W, 39º57'26''N). 3

Tabla 2. Demandas por tipologías del sistema de explotación "Mijares-Plana de Castellón", 2017. Fuente: DHJ. 6

Tabla 3. Evaluación del estado de la masa de agua 10.13 Delta del Mijares para el ciclo hidrológico 2015-2021. Fuente: Sistema de Información del Agua de la CHJ (SIA Júcar). 11

Tabla 4. Causas del incumplimiento del Indicador F-Q y el Estado Químico de la masa de agua del Río Veo. Fuente: PHJ, ciclo 2021-2027. 11

Tabla 5. Condiciones de referencia para la evaluación del estado biológico de las masas costeras naturales en la CVA. Fuente: PHJ. 13

Tabla 6. Umbral de calidad establecido para nutrientes en las diferentes tipologías. Fuente: PHJ. 14

Tabla 7. Evaluación del estado de la masa de agua costera C004 Cabo de Oropesa-Burriana para el ciclo hidrológico 2015-2021. Fuente: SIA Júcar, CHJ. 15

Tabla 8. Evaluación del Indicador Biológico como parte de la evaluación del Estado Ecológico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ. 16

Tabla 9. Evaluación del Indicador Físico-Químico como parte de la evaluación del Estado Ecológico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ. 16

Tabla 10. Evaluación del Estado Químico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ. 16

Tabla 11. Posición de las estaciones de muestreo de la calidad de las aguas. 17

Tabla 12. Valores de clorofila-a medidos. 19

Tabla 13. Valores de referencia de clorofila-a para la valoración de estado de la masa de agua ACT-01. 20

Tabla 14. Valores de oxígeno disuelto medidos. 21

Tabla 15. Valores de turbidez medidos. 22

Tabla 16. Parámetros químicos analizados para los que no se ha alcanzado el límite de detección (LC). 23

Tabla 17. Valores obtenidos de COT y SS. 23

Tabla 18. Parámetros obligatorios y valores para la evaluación anual de la calidad de las aguas de baño costeras y de transición según el RD 1341/2007, de 11 de octubre. 24

Tabla 19. Tipologías litológicas de las masas de agua subterráneas de La Plana de Castellón-Sagunto. 29

Tabla 20. Recurso renovable, restricciones ambientales y recurso disponible (hm3/año) de la masa de agua subterránea "Plana de Castellón" del sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón. 29

Tabla 21. Calidad de la masa de agua subterránea Plana de Castellón, Estado Cuantitativo. Fuente: SIA Júcar. 30

Tabla 22. Calidad de la masa de agua subterráneo Plana de Castellón, Estado Químico. Fuente: SIA Júcar. 30

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se realiza una descripción de las principales características climáticas e hidrológicas existentes en la zona de actuación del Proyecto.

En primer lugar, se analiza el clima continental a nivel regional, como factor condicionante de la hidrología del área en estudio. Pasando, a continuación, a identificar, describir y caracterizar los cuerpos de agua presentes en la zona de Proyecto (masas de agua superficiales y subterráneas), enmarcada en el sector nororiental de la Cuenca Hidrográfica del Júcar.

En la última parte se analizan los riesgos de inundación de la zona, tanto de origen fluvial, como marino, en base a diferentes periodos de retorno.

2 CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El "clima", algunas veces entendido como el "tiempo medio", se define como la medida del comportamiento medio y la variabilidad de determinadas variables "climáticas" (como la temperatura, la precipitación o el viento) durante un periodo de tiempo, que oscila desde meses a miles o millones de años. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el periodo representativo para la caracterización del clima es de 30 años. "Clima", en un sentido más amplio, es el estado del sistema climático, incluyendo una descripción estadística.[1]

Para delimitar los distintos tipos de clima de la Península Ibérica, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), ha utilizado la clasificación climática de Köppen-Geiger (1936) la cual define distintos tipos de clima a partir de los valores medios mensuales de precipitación y temperatura. Para ello, se establecen intervalos de temperatura y precipitación basados principalmente en su influencia sobre la distribución de la vegetación y de la actividad humana (Essenwanger, 2001).

La delimitación de las zonas climáticas se realizó aplicando técnicas de álgebra de mapas a los campos medios mensuales de temperatura y precipitación (periodo 1981-2010) que habían sido previamente calculados para los mapas de temperatura y precipitación del Atlas Ibérico. [2]

El resultado de dicha clasificación se muestra en la Figura 1. , donde se observa que el tramo de costa objeto de este Proyecto queda incluido dentro de la categoría "BSk" (Clima semiárido templado-frío o estepario). Éste se caracteriza por presentar temperaturas medias inferiores a 18 °C y precipitaciones que se sitúan entre un 50 % y un 100 % del umbral mencionado anteriormente. Alrededor de 500 mm

[1] Organización Meteorológica Mundial (OMM)
[2] Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Instituto de Meteorología de Portugal. 2011. "Atlas Climático Ibérico".

anuales. Es conocido en algunas regiones como mediterráneo seco pues es un clima de transición entre el Csa (mediterráneo) y el BW (desértico).

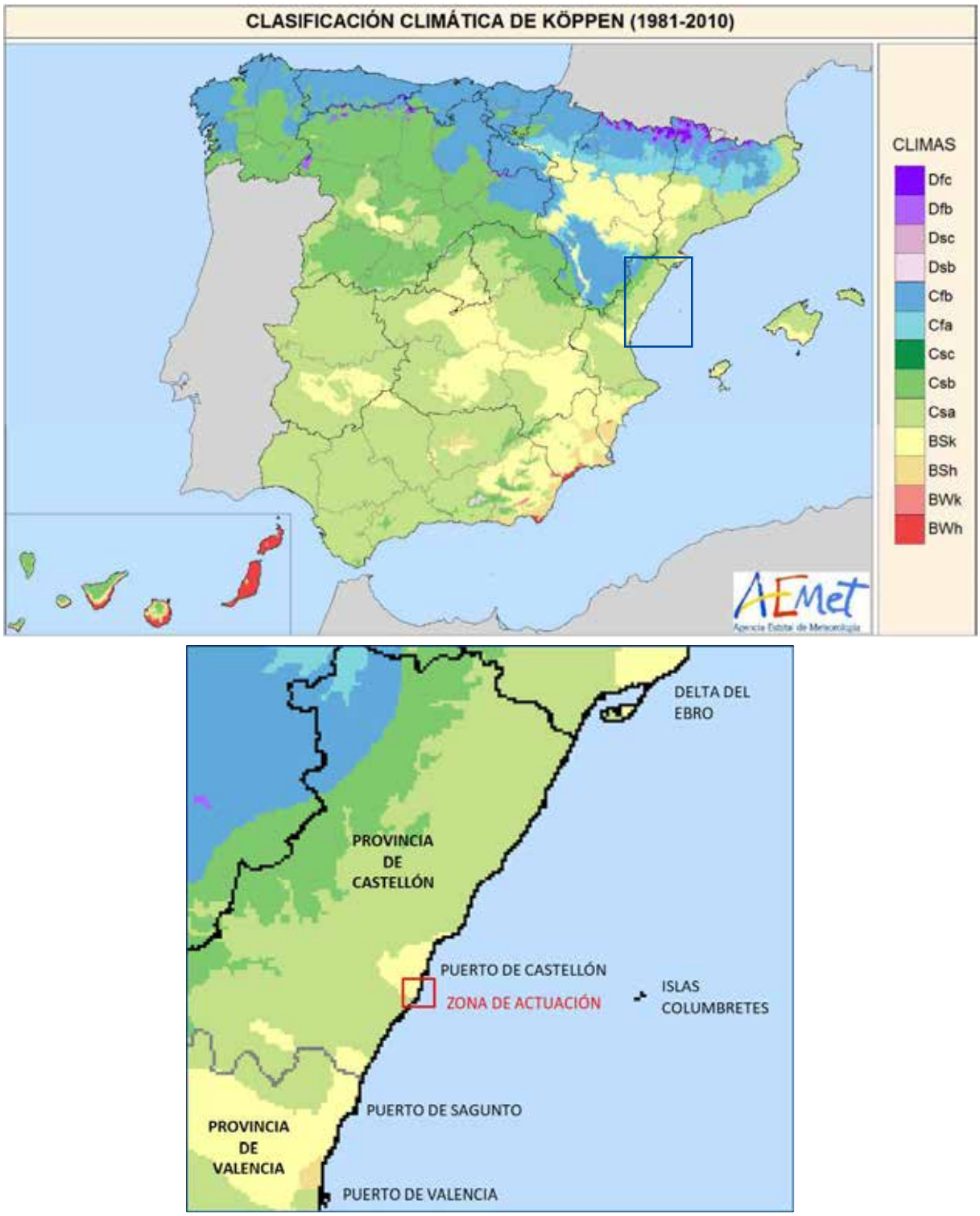


Figura 1. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la península ibérica, islas Baleares y Canarias; y zoom del área costera entre el Delta del Ebro y el Puerto de Valencia.

La AEMET proporciona los siguientes valores climatológicos para el área de Castellón:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.6	15.3	5.8	36	67	4.2	0.0	0.3	0.5	0.7	8.0	180
Febrero	11.3	16.2	6.4	31	66	3.5	0.0	0.2	1.2	0.7	6.3	179
Marzo	13.4	18.5	8.3	31	64	3.3	0.0	0.3	1.4	0.0	6.6	209
Abril	15.4	20.5	10.3	42	63	4.6	0.0	1.7	0.7	0.0	4.6	235
Mayo	18.5	23.4	13.6	44	63	4.7	0.0	2.3	0.2	0.0	5.0	272
Junio	22.5	27.3	17.6	19	63	2.8	0.0	2.7	0.1	0.0	8.4	296
Julio	25.3	30.0	20.6	9	64	1.4	0.0	2.1	0.0	0.0	11.7	329
Agosto	25.6	30.3	20.9	24	66	2.4	0.0	3.9	0.0	0.0	7.9	290
Septiembre	22.9	27.6	18.1	71	68	5.0	0.0	3.9	0.1	0.0	5.2	229
Octubre	19.0	23.5	14.4	70	69	5.0	0.0	2.7	0.2	0.0	4.8	203
Noviembre	14.3	18.8	9.8	49	68	4.2	0.0	0.8	0.1	0.0	5.1	173
Diciembre	11.4	15.8	7.0	42	68	4.4	0.0	0.3	0.3	0.1	7.0	164
Año	17.5	22.3	12.7	467	66	45.5	0.0	21.7	5.2	1.6	80.6	2755

Leyenda

T Temperatura media mensual/anual (°C)
TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R Precipitación mensual/anual media (mm)
H Humedad relativa media (%)
DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN Número medio mensual/anual de días de nieve
DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF Número medio mensual/anual de días de niebla
DH Número medio mensual/anual de días de helada
DD Número medio mensual/anual de días despejados
I Número medio mensual/anual de horas de sol

Tabla 1. Valores climatológicos normales establecidos para el periodo 1981-2010 a partir de los datos registrados por la estación meteorológica de Castellón-Almazora (0º4'19''W, 39º57'26''N).

2.1 Características termométricas

Con una temperatura media anual de 17ºC, las temperaturas medias a lo largo del año en la zona en estudio van de los 10-11ºC en los meses más fríos de invierno (diciembre, enero y febrero), con mínimas que pueden bajar hasta los 5ºC como media, a situarse por encima de los 25ºC en verano (julio y agosto), con una media de las máximas registradas en estos meses calurosos de 30ºC.

El número de días con temperaturas mínima mayor que 20ºC es de 45 y de máximas por encima de los 25ºC es de 130 al año, mientras que el número anual de días de helada es de 1,5.

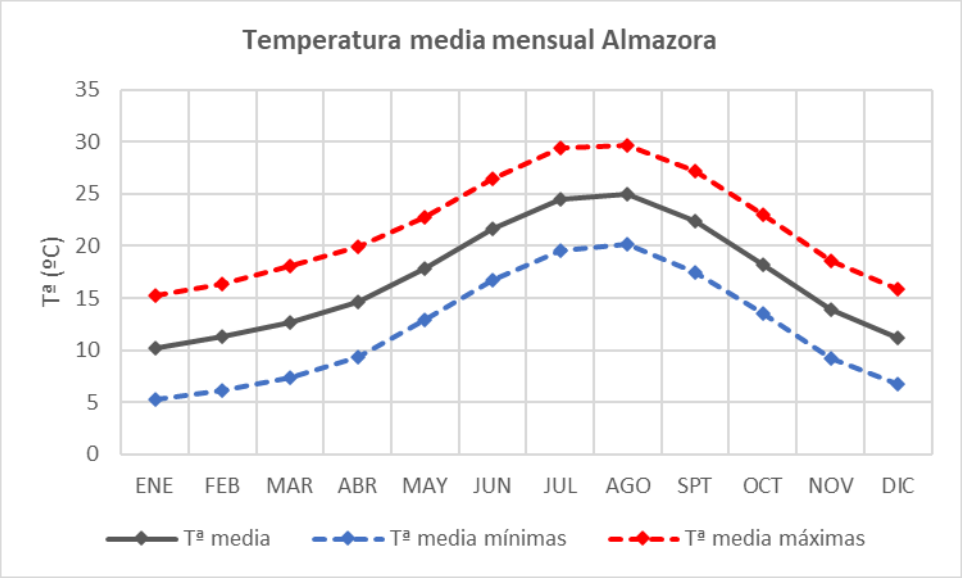


Figura 2. Registro de las temperaturas medias mensuales del municipio de Almazora (1981-2010). Fuente: AEMET.

2.2 Características pluviométricas

Reflejo del tipo de clima mencionado (ver Figura 3.), las precipitaciones medias en este municipio son mínimas en los meses de verano, aumentando en el otoño con un máximo en octubre de 73 mm como media del mes. La pluviosidad media anual es de 47,2 mm.

Durante los meses de octubre y noviembre pueden producirse episodios de precipitación de gran intensidad y corta duración, conocidos comúnmente como "gota fría".

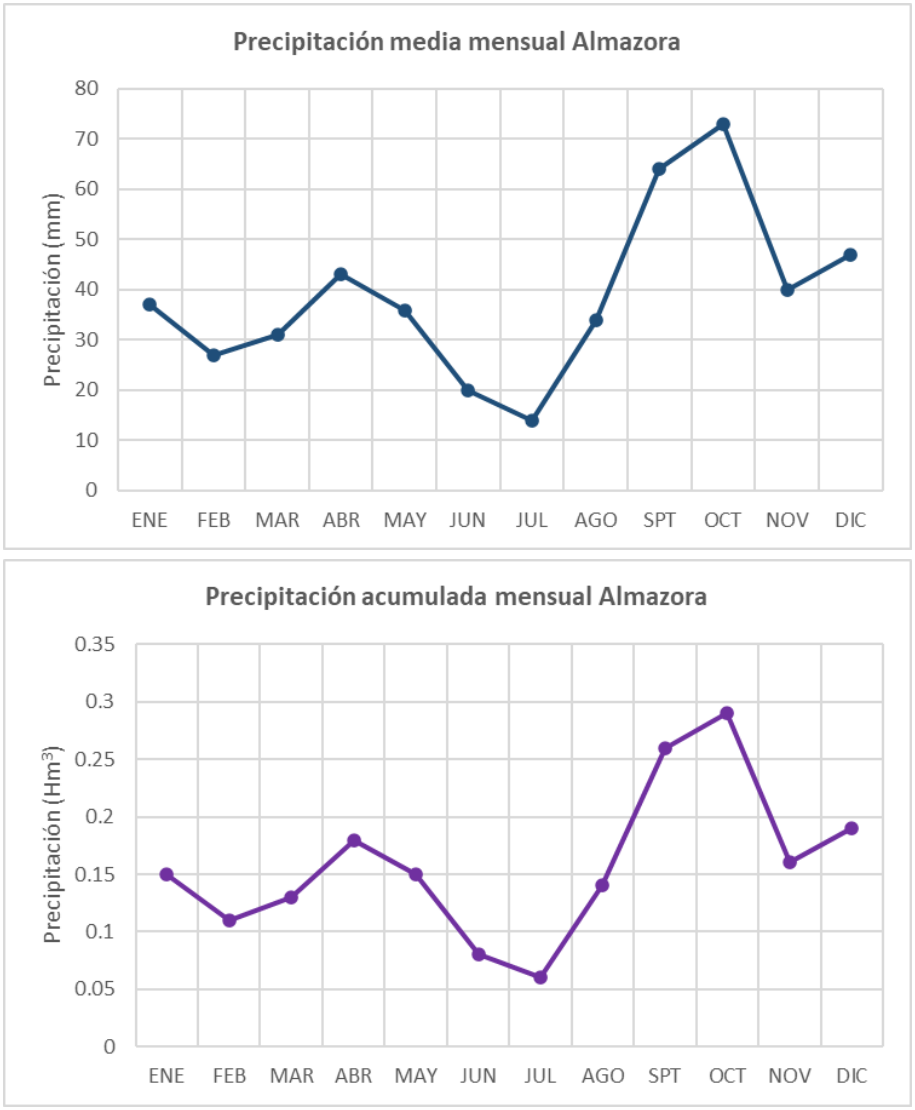


Figura 3. Precipitación media (sup.) y acumulada (inf.) en el municipio de Almazora a lo largo del año. Fuente: AEMET.

3 HIDROLOGÍA

La zona de estudio se encuentra dentro del ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (en adelante, DHJ), situada geográficamente en el extremo central este de la Península Ibérica y definida por el Real Decreto 125/2007 y modificado por el Real Decreto 775/2015, de 28 de agosto. Cuenta con una superficie total de 42.735 km^2, extendiéndose por cinco comunidades autónomas: Comunidad Valenciana, Castilla La Mancha, Aragón, Cataluña y Murcia. Ver Figura 4.

Fisiográficamente se describe como una zona interior montañosa, con puntos de mayor altitud y una zona litoral costera, constituida por llanuras conocidas comúnmente como Planas, entre las que destacan las de Oropesa-Torreblanca, Castellón-Sagunto, Valencia-La Ribera, Favara-Gandía-Denia. Su cota máxima, Peñarroya, está localizada en el Sistema Ibérico, con una altitud de 2.024 metros sobre el nivel del mar, aunque se destacan así mismo otras cotas geográficas elevadas como Javalambre 2.020 m), Caimodorro (1.921 m) y Peñagolosa (1.813 m).

Dentro de la Plana de Castellón-Sagunto, el borde litoral de Almazora pertenece al sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón, con una superficie de 4.819 km^2, cuyas demandas se presentan en la siguiente tabla:

Sistema de explotación	Demandas									
	Urbana		Agraria		Industrial		Recreativa		Total DHJ	
	hm³	%	hm³	%	hm³	%	hm³	%	hm³	%
Mijares-Plana de Castellón	46,57	*1,49%*	203,16	*6,49%*	12,74	*0,41%*	1,19	*0,04%*	**263,66**	***8,42%***

Tabla 2. Demandas por tipologías del sistema de explotación "Mijares-Plana de Castellón", 2017. Fuente: DHJ.

Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación hidrográfica del Júcar.

3.1 Hidrología superficial

La hidrología superficial de la zona objeto de actuación está representada por la desembocadura del Río Mijares (al sur de ésta), las acequias que desembocan al mar a lo largo del tramo (vertidos al DPMT), y la masa de agua costera que baña el borde litoral de Almazora.

3.1.1 Red fluvial: río Mijares

El río Mijares (*Millars* en valenciano) es un río del este de la península ibérica que nace en la Sierra de Gúdar (en Cedrillas), en el término municipal de El Castellar, provincia de Teruel, de la unión de diversos ríos, a unos 1.600 m de altitud y que desemboca entre los términos municipales de Almazora y Burriana, en la provincia de Castellón, tras 159 kilómetros de recorrido entre ambas provincias.

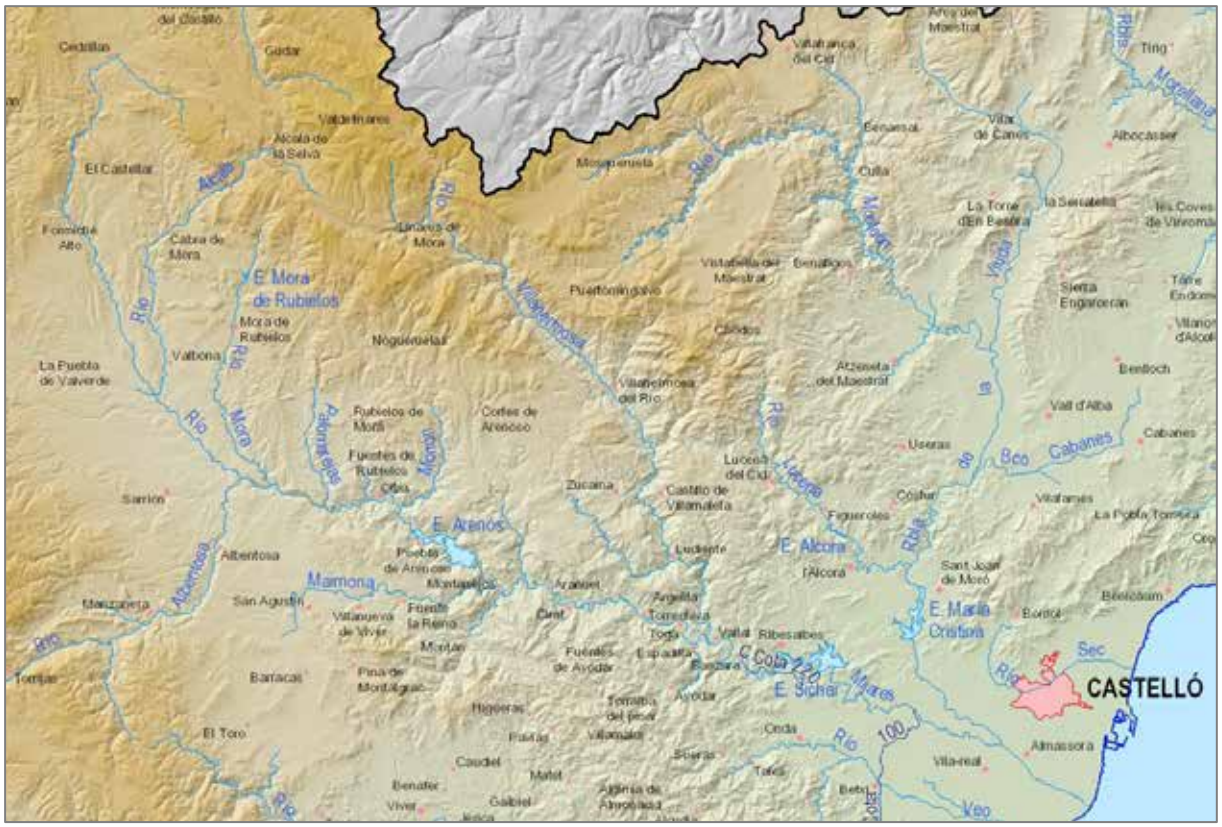


Figura 5. Río Mijares desde su nacimiento en Cedrillas hasta su desembocadura entre los TTMM de Almazora y Burriana, al sur de la zona objeto de actuación.

Cerca de su nacimiento está también el de su principal afluente el Valbona y el del también afluente Albentosa. Además del río Maimona en el término de San Agustín. Ya en la Comunidad Valenciana los principales afluentes del Mijares son el río Montán en el término de Montanejos, el barranco de Palos en Arañuel, la rambla de la Viuda y el Linares o río Villahermosa en Vallat.

El régimen del río es pluvial mediterráneo si bien con un ligero matiz nival debido a la altura a la que nace. Ello provoca en el curso bajo del río la existencia de un periodo de relativo caudal en febrero y junio, superados en octubre y notorios descensos en enero y sobre todo agosto. El carácter mediterráneo del río provoca la existencia de grandes crecidas de las cuales las más importantes fueron la de 1922 con un máximo de 3.000 m^3/s y la de 1957 de la que no se tienen estimaciones debido a que destruyó los aforos.

Se trata de un río de régimen hídrico permanente, hidrotipo "H1-1 Ríos permanentes". Los ríos permanentes son aquellos cursos fluviales que en, régimen natural, presentan agua fluyendo, de manera habitual, durante todo el año en su cauce.

La superficie de la cuenca es de 4028 km² y el caudal medio es de 14,72 m³/s, en la localidad de Cirat.

En su tramo final, el río se ensancha para desembocar al mar en forma de delta de tres brazos o "Goles", formando entre medias dos islotes elevados ("Alters") y separados del mar por un cordón de gravas (playa de Les Goles). Este cordón sirve como barrera litoral entre el río y el mar, permitiendo la formación de lagunas permanentes de origen fluvial y marino, lo cual define el carácter salobre del agua de estas balsas. La desembocadura del río Mijares y sus Goles son una zona húmeda que destaca por su biodiversidad, especialmente por la avifauna que acoge. Estos valores naturales justifican que el espacio esté incluido en la Red Europea Natura 2000, protegido como ZEPA (Zona de Especial Protección de Aves) y LIC (Lugar de Interés Comunitario) y también reconocido como Zona Húmeda y Refugio de Caza. El año 2005, la Generalitat Valenciana protegió el espacio natural mediante la declaración del Paisaje Protegido de la Desembocadura del río Mijares.

Figura 6. Fotografía aérea de la desembocadura del Río Mijares.

En el contexto de la DMA[3], del Texto Refundido de la Ley de Aguas[4], y de las normas subsiguientes, el **Delta del Mijares** constituye una **Masa de Agua Superficial Continental (10.13A)** perteneciente a la

[3] Directiva Marco del Agua. Directiva 2000/60/CE
[4] RDL 1/2001, de 20 de julio.

categoría Ríos, de clase Muy Modificada o Artificial, siendo su ecotipo "**ejes mediterráneos de baja altitud muy modificados**" (R-T14-HM).

Esta masa de agua está delimitada entre el azud de Burriana y el mar, estando este último tramo incluido dentro de la figura de protección del delta del Mijares.

En todas las masas de agua superficial (ya sean continental, costera o de transición), el objetivo general de calidad es alcanzar el buen estado químico y ecológico y, en todo caso, el no deterioro adicional de la calidad actual, de acuerdo con lo establecido en el Texto Refundido de la Ley de Aguas y la Directiva Marco del Agua (DMA).

Se consideran objetivos de calidad las Normas de Calidad Ambiental (NCA) establecidas en el *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*.

Según este RD, para clasificar el estado ecológico de las masas de agua superficial se aplicarán los indicadores de los elementos de calidad establecidos según tipo de masa de agua, los valores del anexo II y las NCA calculadas para los contaminantes específicos o en su caso, las NCA del anexo V para las sustancias preferentes; clasificándose como "muy bueno", "bueno", "moderado", "deficiente o malo" según éstos. Una salvedad se establece en el caso de masas de agua muy modificadas o artificiales en el que se habla en términos de "potencial ecológico" en lugar de "estado ecológico", clasificándose en 4 clases: "bueno o superior", "moderado", "deficiente o malo". El estado químico de las aguas superficiales se clasificará como "bueno" o "no alcanza el buen estado". Para clasificar el estado químico de las masas de agua superficial se aplicarán las NCA de las sustancias incluidas en el anexo IV.

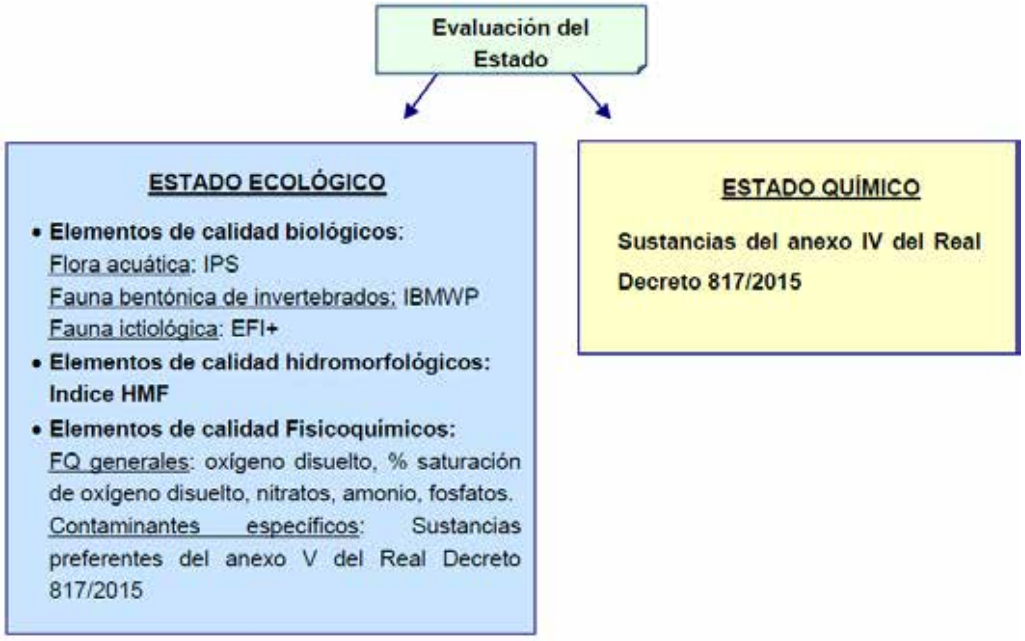


Figura 7. Esquema de evaluación del estado en ríos. Indicadores. Fuente: Plan Hidrológico del Júcar (PHJ).

El estado global de la masa de agua lo determinará el peor de sus estados, ecológico o químico. Cuando el estado ecológico sea Bueno o Muy Bueno y el estado químico sea Bueno, el estado de la masa de agua superficial se evaluará como "Bueno o mejor" (B.). En cualquier otra combinación de estado ecológico y químico, el estado de la masa de agua superficial se evaluará como "Peor que bueno" (P.B.).

Figura 8. Esquema de evaluación del estado de las masas de agua superficiales naturales.

Con base en lo anterior, la CHJ realiza planes de seguimiento del estado de las masas de agua de su demarcación para cada ciclo de planificación hidrológica. La tabla a continuación, 0, muestra los resultados de dicho plan para la masa de agua del Delta del Mijares (10.13), ciclo hidrológico 2015/2021, donde puede observarse como ésta presenta un **estado peor que bueno**, fundamentalmente condicionado por su mal estado químico (Tabla 4):

CALIDAD DE LA MASA DE AGUAS 10.13 DELTA DEL MIJARES											
Hito	Año Inicial	Año Fin	Indicador Biológico	Indicador Hidro-Morfológico	Indicador Físico-Químico	POTENCIAL ECOLÓGICO	Confianza Potencial Eco.	ESTADO QUÍMICO	Confianza Estado Químico	EVALUACIÓN DE ESTADO	Confianza Ev. Estado
Plan 2009/15	2009	2009	Bueno	No Evaluado	No Alcanza	Moderado		No Alcanza		Peor que Bueno	Baja
Plan 2015/21	2009	2012	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2013	2009	2013	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2014	2009	2014	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2015	2010	2015	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2016	2011	2016	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2017	2012	2017	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2018	2013	2018	Moderado	Peor que Muy Bueno	Moderado	Moderado	Baja	No Alcanza	Alta	Peor que Bueno	Baja
Segui. 2019	2014	2019	Deficiente	Peor que Muy Bueno	Moderado	Deficiente	Baja	No Alcanza	Media	Peor que Bueno	Media
Segui. 2020	2015	2020	Deficiente	Moderado	Moderado	Deficiente	Alta	No Alcanza	Baja	Peor que Bueno	Alta

Tabla 3. Evaluación del estado de la masa de agua 10.13 Delta del Mijares para el ciclo hidrológico 2015-2021. Fuente: Sistema de Información del Agua de la CHJ (SIA Júcar).

INCUMPLIMIENTOS DE CALIDAD DE LA MASA DE AGUA 10.13 DELTA DEL MIJARES			
Código Masa	Nombre masa de agua	Incumplimiento	Contaminantes específicos que se exceden
10.13A	Río Mijares: delta del Mijares - mar	Estado Químico	Cipermetrina (CMA), Plomo y sus compuestos (MA) (CMA)

Tabla 4. Causas del incumplimiento del Indicador F-Q y el Estado Químico de la masa de agua del Río Veo. Fuente: PHJ, ciclo 2021-2027.

3.1.2 Masa de agua costera

3.1.2.1 Caracterización y estado de la masa de agua costera

El borde litoral objeto de actuación se halla bañado por la **masa de agua costera C004 "Cabo Oropesa-Burriana"**. Masa de agua marina natural, con una superficie de 14.102,55 ha, que se extiende desde el Cabo de Oropesa, a la altura de la Urbanización "la Torre de Bellver", hasta el sur del Puerto de Burriana (zona de La Serratella), con excepción del área correspondiente al entorno marino del Puerto de Castellón, desde la desembocadura de la Acequia de La Plana (al norte de éste) hasta la de Cervera (al sur del puerto, en la playa de Benafeli), que se corresponde con la masa de agua costera muy modificada C0041 Puerto de Castellón. Véase Figura 9.

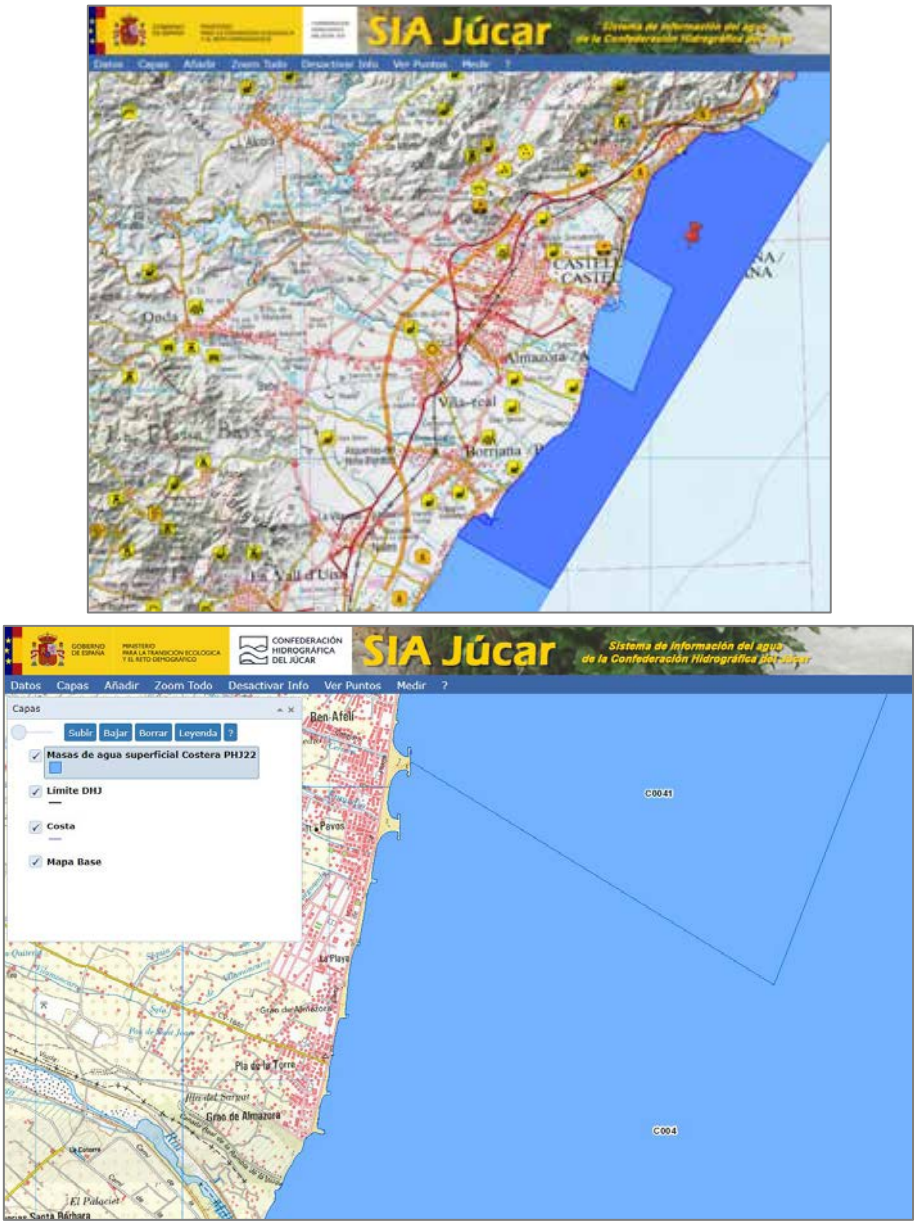


Figura 9. Masa de agua costera C004 Cabo de Oropesa-Burriana, resaltada en azul oscuro (sup.) y límite entre las dos masas mencionadas al N de la zona de actuación (inf.). Fuente: SIA Júcar.

Esta masa de agua queda clasificada dentro del ecotipo AC-T01 **"Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas"**, que son aquellas afectadas directamente por descargas de agua dulce, cuya salinidad media anual se halla entre 34,5 y 37,5 g/k.

Como en el caso de las masas de agua continentales, y bajo el mismo marco normativo, la calidad de las masas de agua costeras se establece a partir de los resultados obtenidos de los programas de seguimiento en los que se evalúan los indicadores mostrados en el siguiente esquema de evaluación:

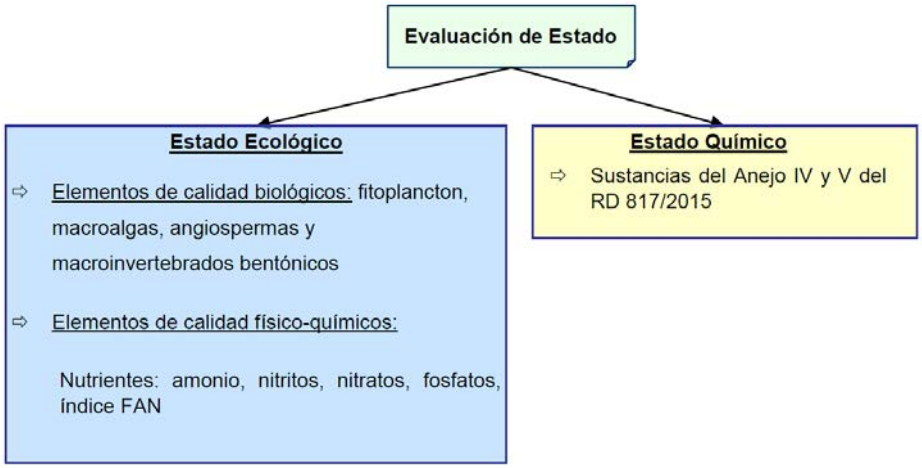


Figura 10. Indicadores empleados para la determinación del estado de las aguas costeras. Fuente: PHJ.

En el caso de las aguas de la Comunidad Valenciana, las condiciones de referencia para la evaluación del estado biológico de las masas de agua costeras naturales quedan recogidos en la Tabla 5, siendo los umbrales de calidad para nutrientes los presentados en la Tabla 6.

Indicador	Indicador	Tipología	Condición de referencia	Límite muy bueno/ bueno	Límite bueno/ moderado	Límite moderado / deficiente	Límite deficiente eno/ moderado
Fitoplancton	P90 de Chl a (µg/L) campo próximo	AC-T01, AC-T02	3,8	4,76	7,16	9,50	11,88
		AC-T05 AC-T06 AC-T08	1,8	2,26	3,60	5,0	6,42
Macroalgas	CARLIT/Benthos	AC-T01 AC-T02 AC-T05 AC-T06 AC-T08	1	0,75	0,60	0,40	0,25
Angiospermas	POMI	AC-T01 AC-T02 AC-T05 AC-T06 AC-T08	1	0,77	0,55	0,32	0,1
Fauna bentónica de invertebrados	BOPA (Bentix Opportunistic Polychaeta Amphipods)	AC-T01 AC-T02 AC-T05 AC-T06 AC-T08	0	0,95	0,54		

Tabla 5. Condiciones de referencia para la evaluación del estado biológico de las masas costeras naturales en la CVA. Fuente: PHJ.

Indicador	Tipología	Ecotipos	Límite bueno/moderado	
Amonio	AC-T01, AC-T02, AC-T05, AC-T06 Y AC-T08*		CP	4,60 µmoles/L
			CM	2,30 µmoles/L
Nitritos	AC-T01, AC-T02, AC-T05, AC-T06 Y AC-T08*		CP	0,92 µmoles/L
			CM	0,46 µmoles/L
Nitratos	AC-T05, AC-T06 Y AC-T08*		CP	7,3 µmoles/L
			CM	3,65 µmoles/L
	AC-T01 y AC-T02		CP	35 µmoles/L
			CM	14 µmoles/L
Fosfatos	AC-T01, AC-T02, AC-T05, AC-T06 Y AC-T08*		CP	0,76 µmoles/L
Índice FAN	AC-T01, AC-T02**, AC-T05, AC-T06** Y AC-T08		CP	0,2
			CM	0

Tabla 6. Umbral de calidad establecido para nutrientes en las diferentes tipologías. Fuente: PHJ.

Como resultado de dicho seguimiento para la masa de agua costera C004 "Cabo de Oropesa-Burriana", llevado a cabo entre los años 2009-2020, se obtiene que ésta presenta un **estado global "Peor que Bueno"**, condicionado por su moderado o deficiente estado ecológico, y éste a su vez por el "moderado" o "deficiente" estado de las praderas de Posidonia (angiosperma marina *Posidonia oceanica*), como el elemento con peor estado de los que conforman el Indicador Biológico, tal y como puede observarse en las tablas a continuación:

CALIDAD DE LA MASA DE AGUA COSTERA C004 "CABO DE OROPESA-BURRIANA"											
Hito	Año Ini.	Año Fin	Indicador Biológico	Indicador HidroMorfológico	Indicador Físico-Químico	ESTADO ECOLÓGICO	Confianza Estado Eco.	ESTADO QUÍMICO	Confianza Estado Químico	EV. ESTADO	Confianza Ev. Estado
Plan 2009/15	2009	2009	Moderado		Bueno	Moderado		Bueno		Peor que Bueno	Media
Plan 2015/21	2005	2014	Deficiente		Bueno	Deficiente	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2014	2005	2014	Deficiente		Bueno	Deficiente	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2015	2005	2015	Deficiente		Bueno	Deficiente	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2016	2008	2016	Deficiente		Bueno	Deficiente	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2017	2012	2017	Moderado		Bueno	Moderado	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2018	2013	2018	Moderado		Bueno	Moderado	Alta	Bueno	Alta	Peor que Bueno	Alta
Segui. 2019	2014	2019	Moderado		Bueno	Moderado		Bueno		Peor que Bueno	
Segui. 2020	2014	2019	Moderado		Bueno	Moderado		Bueno		Peor que Bueno	

Tabla 7. Evaluación del estado de la masa de agua costera C004 Cabo de Oropesa-Burriana para el ciclo hidrológico 2015-2021. Fuente: SIA Júcar, CHJ.

MASA DE AGUA COSTERA C004 - EVAL. ESTADO ECOLÓGICO: INDICADOR BIOLÓGICO							
Hito	Año Ini.	Año Fin	Elemento Calidad Fitoplancton	Posidonia	Macroalgas	Macroinvertebrados	INDICADOR BIOLÓGICO
Plan 2009/15	2009	2009	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Moderado
Plan 2015/21	2005	2014	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Deficiente
Segui. 2014	2005	2014	Muy Bueno	Deficiente	Bueno	Bueno	Deficiente
Segui. 2015	2005	2015	Muy Bueno	Deficiente	Bueno	Muy Bueno	Deficiente
Segui. 2016	2008	2016	Muy Bueno	Deficiente	Bueno	Muy Bueno	Deficiente
Segui. 2017	2012	2017	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Muy Bueno	Moderado
Segui. 2018	2013	2018	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Muy Bueno	Moderado
Segui. 2019	2014	2019	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Muy Bueno	Moderado
Segui. 2020	2014	2019	Muy Bueno	Moderado	Bueno	Muy Bueno	Moderado

Tabla 8. Evaluación del Indicador Biológico como parte de la evaluación del Estado Ecológico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ.

MASA DE AGUA COSTERA C004 - EVAL. ESTADO ECOLÓGICO: INDICADOR FÍSICO-QUÍMICO							
Hito	Año Ini.	Año Fin	Amonio	Nitrito	Nitrato	Psr	INDICADOR FÍSICO-QUÍMICO
Plan 2009/15	2009	2009	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Plan 2015/21	2005	2014	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2014	2005	2014	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2015	2005	2015	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2016	2008	2016	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2017	2012	2017	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2018	2013	2018	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2019	2014	2019	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Segui. 2020	2014	2019	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 9. Evaluación del Indicador Físico-Químico como parte de la evaluación del Estado Ecológico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ.

MASA DE AGUA COSTERA C004 - EVAL. ESTADO QUÍMICO							
Hito	Año Ini.	Año Fin	Sust. Prio. Metales	Sust. Prefe. Metales	Prioritaria	ESTADO QUÍMICO	Confianza Estado Químico
Plan 2009/15	2009	2009	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	
Plan 2015/21	2005	2014	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2014	2005	2014	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2015	2005	2015	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2016	2008	2016	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2017	2012	2017	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2018	2013	2018	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
Segui. 2019	2014	2019	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	
Segui. 2020	2014	2019	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	

Tabla 10. Evaluación del Estado Químico de la masa de agua costera C004. Fuente: SIA Júcar, CHJ.

3.1.2.2 Calidad de las aguas marinas en la zona de actuación

Además de lo anteriormente expuesto, como parte del presente proyecto se ha procedido a evaluar la calidad de las aguas del entorno objeto de actuación y sus inmediaciones a través del muestreo de

4 estaciones en las que se han efectuado las siguientes actividades en campaña de campo efectuada el 1/02/2023:

- Mediciones in situ con sonda multiparamétrica en toda la columna de agua (perfiles) de: salinidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, Eh, Clorofila-a e irradiancia.
- Mediciones in situ con disco Secchi de: transparencia
- Toma de muestras de agua con botella oceanográfica para análisis en laboratorio de: sólidos suspendidos, metales, hidrocarburos y materia orgánica.

La ubicación de las estaciones de muestreo se presenta en la Figura 11. , y sus coordenadas en la Tabla 11.

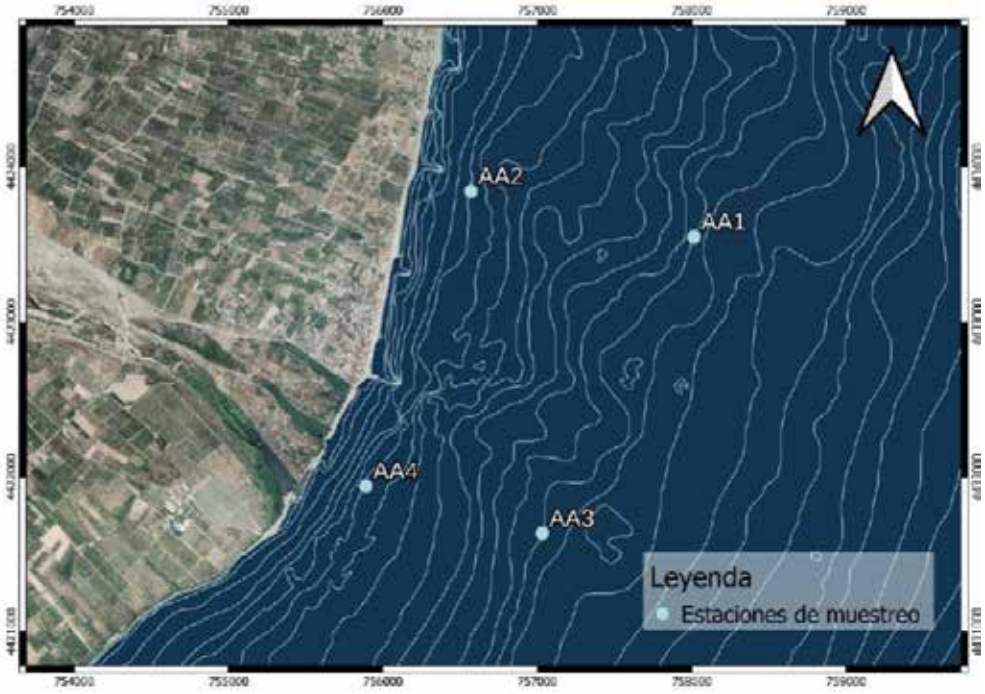


Figura 11. Distribución d elas estaciones de muestreo de calidad de las aguas.

Estaciones	COORD ETRS89	
	LONGITUD	LATITUD
AA1	39° 55.365'N	0° 1.141'E
AA2	39° 55.550'N	0° 0.136'E
AA3	39° 54.350'N	0° 0.407'E
AA4	39° 54.536'N	0° 0.387'O

Tabla 11. Posición de las estaciones de muestreo de la calidad de las aguas.

Los análisis de las muestras recopiladas han sido realizados en laboratorio acreditado y los resultados obtenidos procesados en gabinete con el fin de dotarles de significación ambiental conforme al Apartado F del Anexo II del anteriormente mencionado *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales*

y las normas de calidad ambiental, atendiendo a la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos, detallándose el total de los trabajos realizados en el *Anexo 3.1.1 Calidad de las aguas y los sedimentos de la zona de actuación.*

- **Temperatura (T)**

Los perfiles de temperatura medidos in situ evidencian una masa de agua muy homogénea, con valores de T entre 12 y 13º C, disminuyendo de N a S, que parecen normales para la zona y época de estudio (invierno). Tan sólo el perfil AA2 muestra cierta estratificación superficial, sin poder hablar de una verdadera termoclina por ser la diferencia de temperatura experimentada considerablemente inferior al grado.

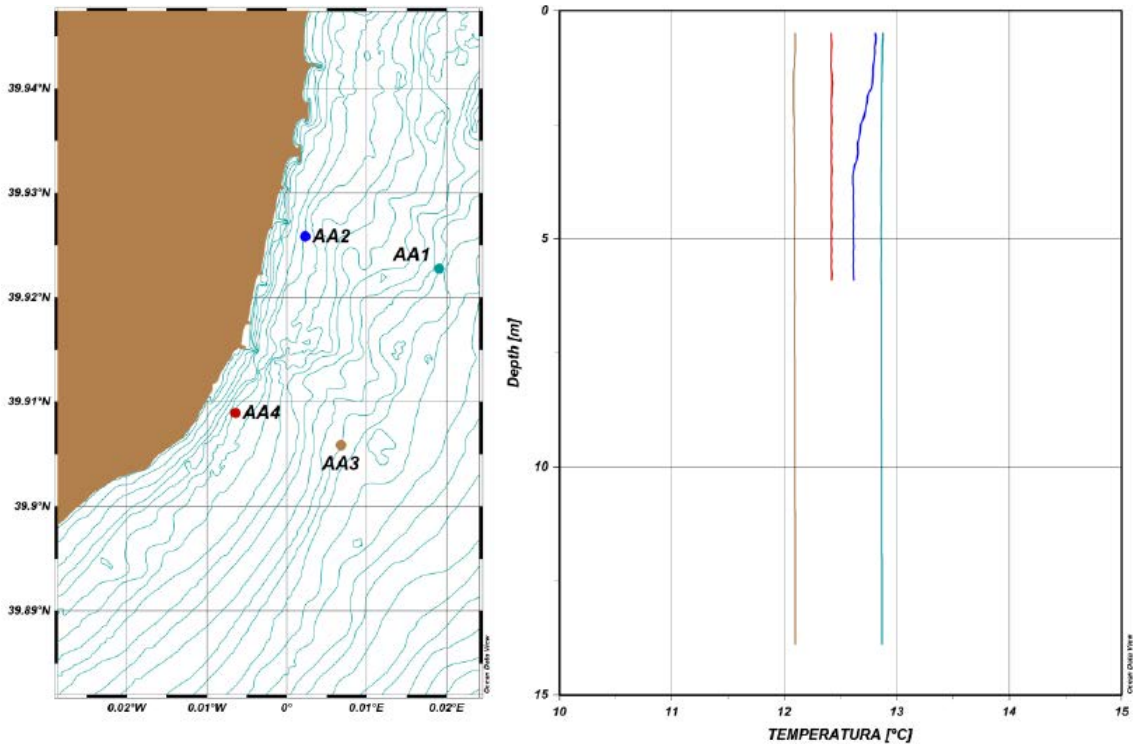


Figura 12. Representación gráfica de los perfiles de temperatura.

- **Salinidad (S)**

El comportamiento de la salinidad, de nuevo evidencia una masa de agua muy homogénea con valores de ésta que varían entre 38 y 38,5 PSU (Unidades Prácticas de Salinidad), que también disminuyen algo de N a S. Estos valores son, sin embargo, superiores a los considerados como salinidad media anual para el tipo de masa ACT-01, que se hallan entre 34,5 y 37,5 g/k.

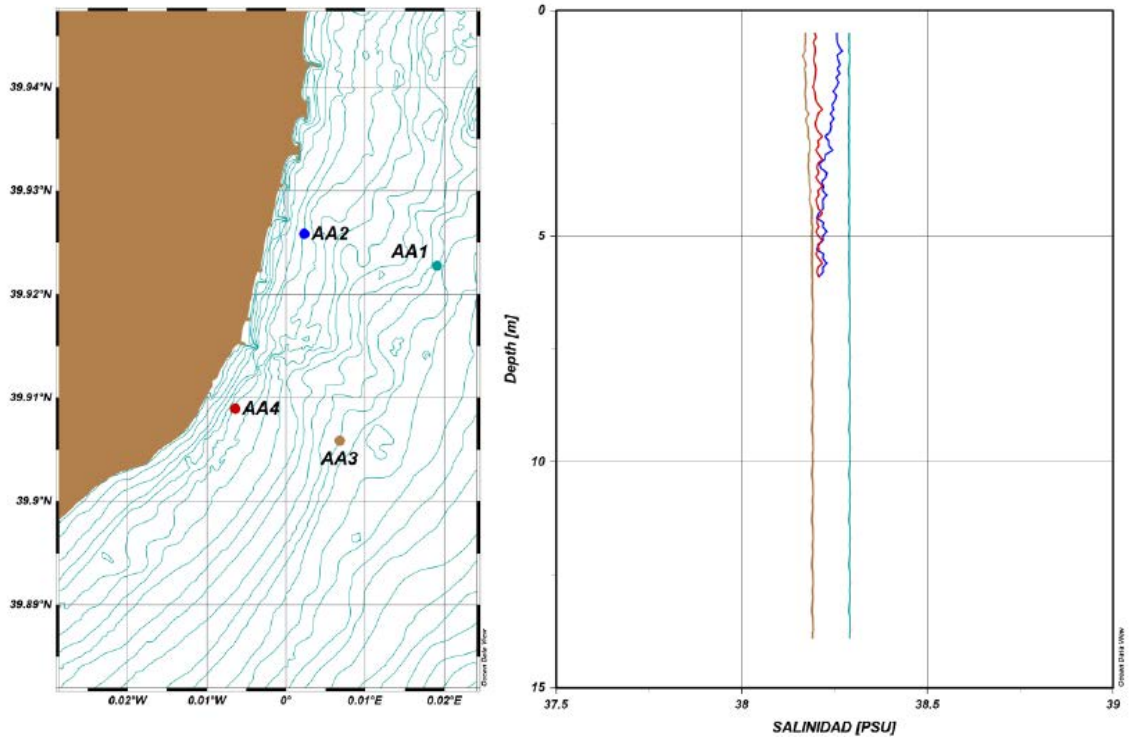


Figura 13. Representación gráfica de los perfiles de salinidad.

- **Clorofila-a**

La Clorofila-a es una medida indirecta de la cantidad de organismos vegetales unicelulares que se encuentran en la columna de agua y por tanto una manera de observar una posible eutrofización. Un exceso de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, puede condicionar la proliferación de organismos fotosintéticos, como el fitoplancton. Este aumento de la concentración de organismos planctónicos provoca un desequilibrio ambiental y por tanto posibles impactos negativos sobre el medio marino.

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de clorofila a obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio, así como los perfiles registrados con la sonda.

CLOROFILA A [ug/l]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	p90	DIFERENCIA
AA1	0.24	0.56	0.38	0.46	0.32
AA2	0.26	1.71	0.59	0.88	1.45
AA3	0.40	0.72	0.54	0.62	0.32
AA4	0.35	0.48	0.44	0.45	0.13

Tabla 12. Valores de clorofila-a medidos.

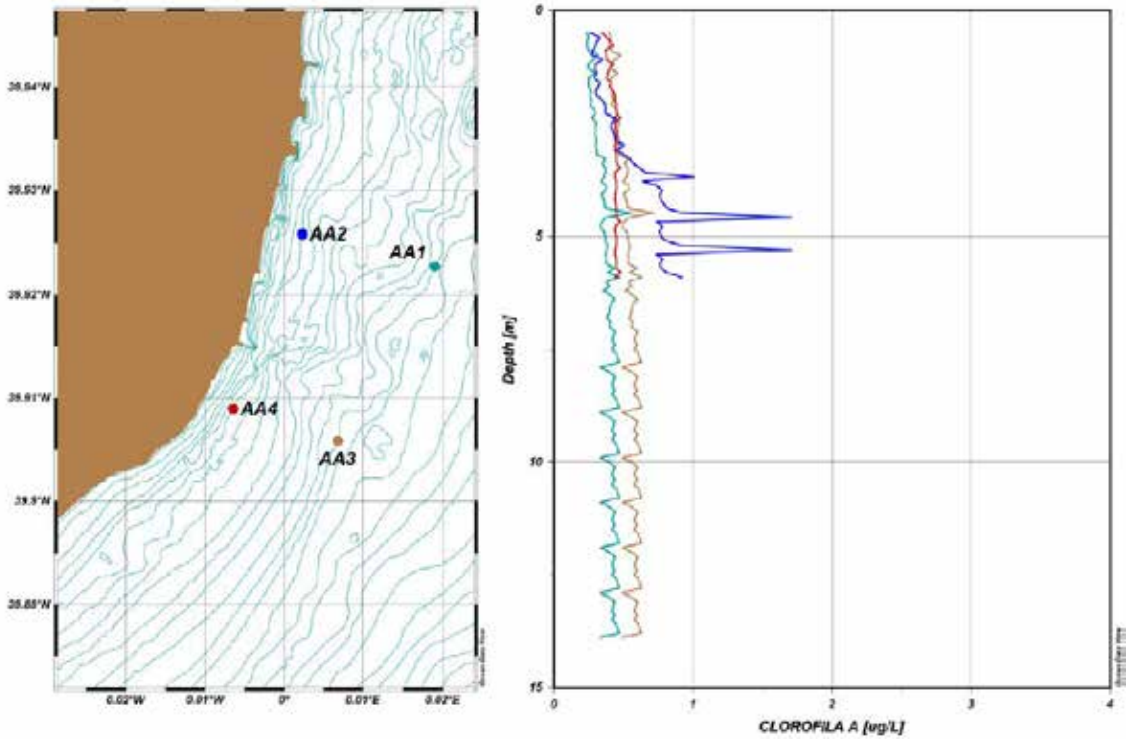


Figura 14. Representación gráfica de los perfiles de clorofila-a.

En el Real Decreto 817/2015, para la valoración del elemento de calidad fitoplancton se establece el percentil 90 (P90) de Clorofila-a (µg/l) como parámetro de control. Las condiciones de referencia para la evaluación del elemento de calidad fitoplancton, para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01: Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas), son las establecidas en la Decisión de Intercalibración 2013/480/UE, de 20 de noviembre de 2013, y recogidas en el apartado F del Anexo II del RD 817/2015.

Por tanto, la valoración del elemento biológico fitoplancton, a partir del P90 de Clorofila (µg/l), se ha realizado en base a los datos que se muestran en la tabla siguiente:

Indicador	Parámetro	Clorofila a (µg/l)	Ecotipo	Límite Muy bueno/ bueno	Límite bueno/moderado	Límite Moderado/deficiente	Límite Deficiente/malo
Fitoplancton	Biomasa	P_{90} Chl a (µg/l)	ACT-01	2,38	3,58	4,75	5,94

Tabla 13. Valores de referencia de clorofila-a para la valoración de estado de la masa de agua ACT-01.

Por lo tanto, atendiendo a los valores de referencia de Clorofila-a establecidos en el apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01), la masa de agua costera de la zona de estudio muestra un **Muy buen estado**.

- **Oxígeno Disuelto (OD)**

A continuación, se adjuntan un resumen estadístico de los valores de oxígeno disuelto obtenidos (Tabla 14) y los valores registrados a lo largo de las estaciones de estudio (perfiles de la Figura 15.).

OXÍGENO [%]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	97.11	97.58	97.38	0.47
AA2	98.14	99.33	98.46	1.19
AA3	98.77	101.96	99.13	3.19
AA4	99.11	99.50	99.35	0.39

Tabla 14. Valores de oxígeno disuelto medidos.

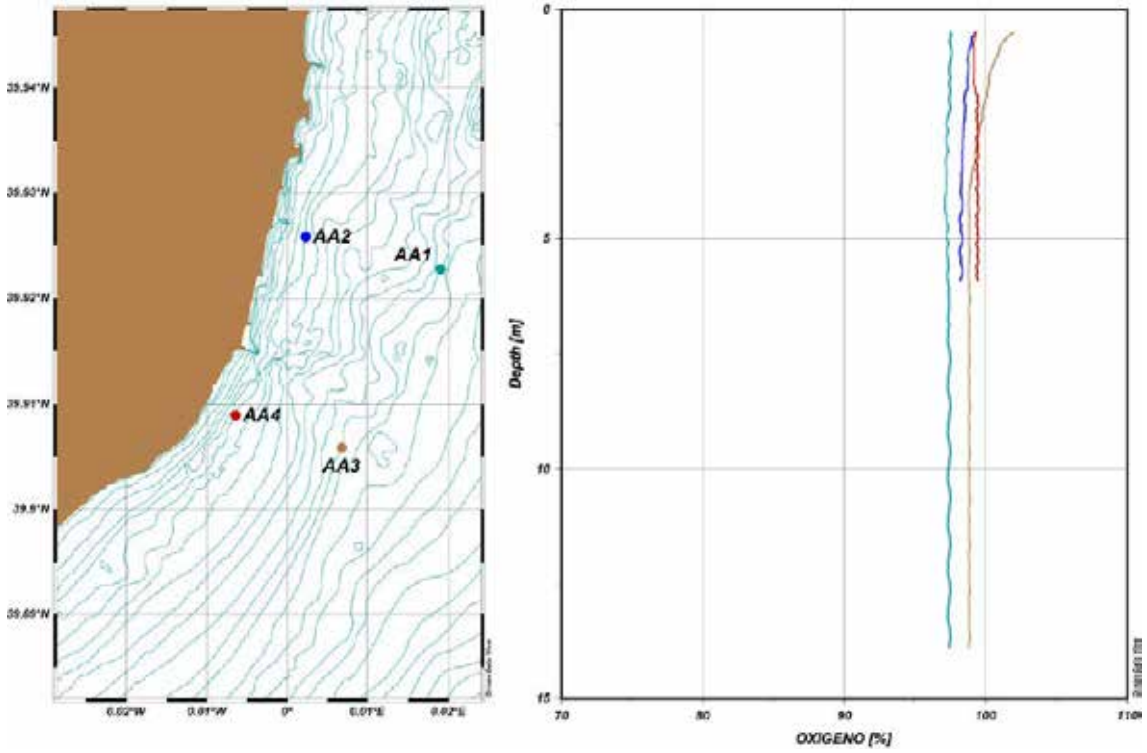


Figura 15. Representación gráfica de los perfiles de OD.

Atendiendo al apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01) no se han establecido condiciones de referencia para el parámetro de saturación de oxígeno.

Con el fin de dotar de significación ambiental a los resultados obtenidos, se van a utilizar los valores de referencia establecidos en esta legislación para la tipología de masa de agua costera más próxima, para el caso, AMP-T05: Masas de agua de transición y costeras muy modificadas por la presencia de puertos y Aguas costeras Mediterráneas de renovación baja. Para esta tipología, el valor de referencia se ha establecido en 30% de saturación de oxígeno, con lo cual, la masa de agua muestra un estado Bueno o superior, es más, incluso se supera el valor de referencia establecido para "**máximo potencial ecológico**" de este tipo de masas, del 70%.

- **Turbidez**

Los estadísticos de los valores de turbidez medidos en campo quedan recogidos en la siguiente tabla, y los perfiles de ésta en la Figura 16.

TURBIDEZ [NTU]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	0.52	0.90	0.63	0.38
AA2	0.92	2.95	2.07	2.03
AA3	0.77	1.15	0.88	0.38
AA4	1.51	2.12	1.74	0.61

Tabla 15. Valores de turbidez medidos.

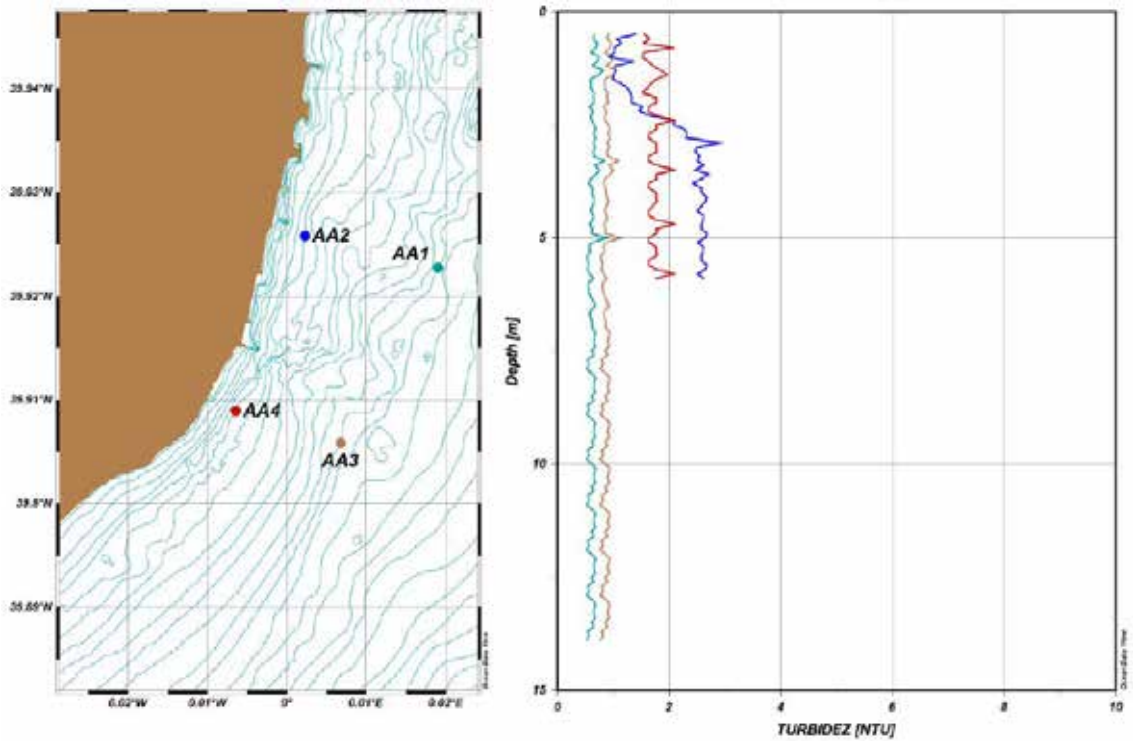


Figura 16. Representación gráfica de los perfiles de turbidez.

Atendiendo al apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01) no se han establecido condiciones de referencia para el parámetro de turbidez.

Con el fin de dotar de significación ambiental a los resultados obtenidos, se van a utilizar los valores de referencia establecidos en esta legislación para la tipología de masa de agua costera más próxima, para el caso, AMP-T05: Masas de agua de transición y costeras muy modificadas por la presencia de puertos y Aguas costeras Mediterráneas de renovación baja. Para esta tipología, el valor de referencia se ha establecido en 12 NTU, con lo cual, la masa de agua muestra un estado Bueno o superior, e incluso, como para el OD, no se sobrepasa el valor de referencia de 4 NTU dado para la condición de "**máximo potencial ecológico**".

- **Parámetros Químicos**

No se ha superado el límite de cuantificación del método analítico empleado en ninguna de las muestras analizadas para los siguientes parámetros.

Parámetro	Unidades	LC
Arsénico disuelto	µg/l As	<0.5
Cadmio disuelto	µg/l Cd	<0.05
Cinc disuelto	µg/l Zn	<5
Cobre disuelto	µg/l Cu	<2
Cromo (III+ IV) disuelto	µg/l Cr	<1
Níquel disuelto	µg/l Ni	<2
Plomo disuelto	µg/l Pb	<1
Hidrocarburos	mg/l	<0.8

Tabla 16. Parámetros químicos analizados para los que no se ha alcanzado el límite de detección (LC).

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos para el resto de los parámetros analizados, así como los principales descriptores estadísticos:

ESTACIONES	Carbono Orgánico Total	Sólidos en suspensión
AA1	2.7	17.9
AA2	1	13.8
AA3	2.8	17.8
AA4	1	18.8
Máximo	2.8	18.8
Mínimo	1	13.8
Promedio	1.88	17.08
Amplitud	1.8	5

Tabla 17. Valores obtenidos de COT y SS.

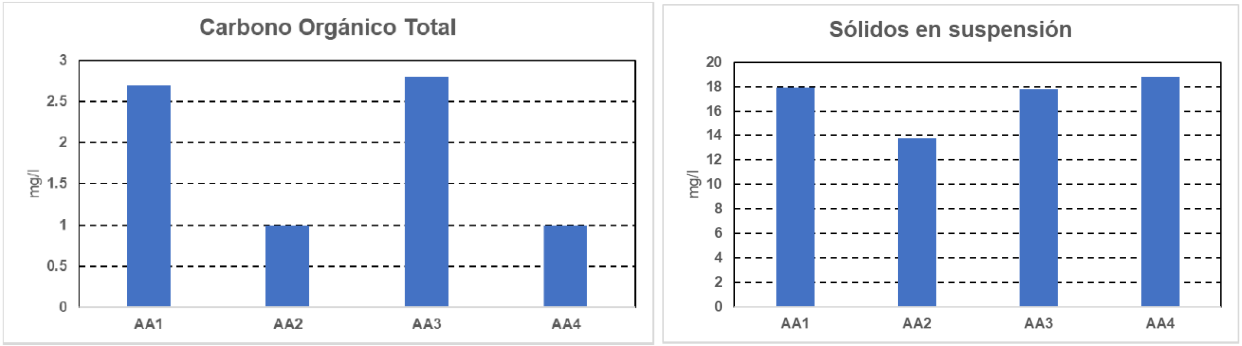


Figura 17. Diagramas de barras de los valores de COT (izq.) y SS (dcha.) medidos en las estaciones muestreadas.

Para el Carbono Orgánico Total (COT), los valores obtenidos muestran una clara diferenciación entre las estaciones costeras (AA2 y AA4) y las estaciones más profundas. Se ha registrado un aumento de más del doble de concentración en las estaciones profundas con respecto a las estaciones costeras.

Por lo que respecta a la concentración de sólidos en suspensión, los valores registrados evidencian una masa de agua muy homogénea, considerándose estos valores como normales para la zona y época de estudio.

3.1.2.3 Calidad de las aguas de baño

En el agua existen millones de microorganismos que habitan en ella de manera normal. Sin embargo, algunas especies de bacterias, virus, protozoarios, etc., pueden llegar a ser perjudiciales para la salud, como las que contienen las aguas residuales no tratadas. En el caso de llevarse a cabo descargas de aguas negras directamente al mar o a otros cuerpos de agua, éstos pueden resultar contaminados de manera importante y, de no tomar precauciones, los bañistas pueden correr un riesgo.

Uno de los indicadores más utilizados en el mundo para evaluar la calidad del agua es la medición de microorganismos, generalmente bacterias de origen fecal. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda realizar un registro periódico de este grupo de bacterias.

Los Coliformes Fecales (CF) son uno de los principales tipos de microorganismos indicadores de la Contaminación Biológica de las aguas, junto con los Enterococos Intestinales (EI), significando su presencia que el agua es bacteriológicamente insegura por la coesxistencia con éstos de patógenos infecciosos.

La denominación genérica *coliformes* designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común y tienen forma de *coli*, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, *Escherichia coli.*

La concentración límite de estos organismos, cuya superación entraña riesgo para la salud humana, queda regulada en el derecho español en el *Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño*, tabla del Anexo I presentada a continuación:

		Calidad			Unidad
		Suficiente **	Buena *	Excelente *	
01	Enterococos intestinales.	185	200	100	UFC o NMP/100 ml.
02	Escherichia coli.	500	500	250	UFC o NMP/100 ml.

* Con arreglo a la evaluación del percentil 95. Véase el anexo II.

** Con arreglo a la evaluación del percentil 90. Véase el anexo II.

Tabla 18. Parámetros obligatorios y valores para la evaluación anual de la calidad de las aguas de baño costeras y de transición según el RD 1341/2007, de 11 de octubre.

El uso recreativo del agua, en concreto el de las zonas de baño naturales, puede tener una incidencia en la salud de la población, por lo que se precisa su control.

La *Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica* de la Generalitat Valenciana (GVA) a través de la Dirección General del Agua, es el organismo responsable del control y vigilancia de la calidad de las aguas de baño en la Comunidad Valenciana.

En las gráficas a continuación, se muestran los resultados del programa de control efectuado sobre las aguas de baño de la playa objeto de actuación, playa de la Torre, cuyo punto de muestreo se presenta en la Figura 18. Los datos de los muestreos han sido recopilados del "Sistema de Información Nacional de Aguas de Baño" (NÁYADE) del Ministerio de Sanidad.

Figura 18. Puntos de muestreo de calidad de las aguas de baño en las playas de los Poblados Marítimos de Burriana. Fuente: Visor Cartográfico GVA.

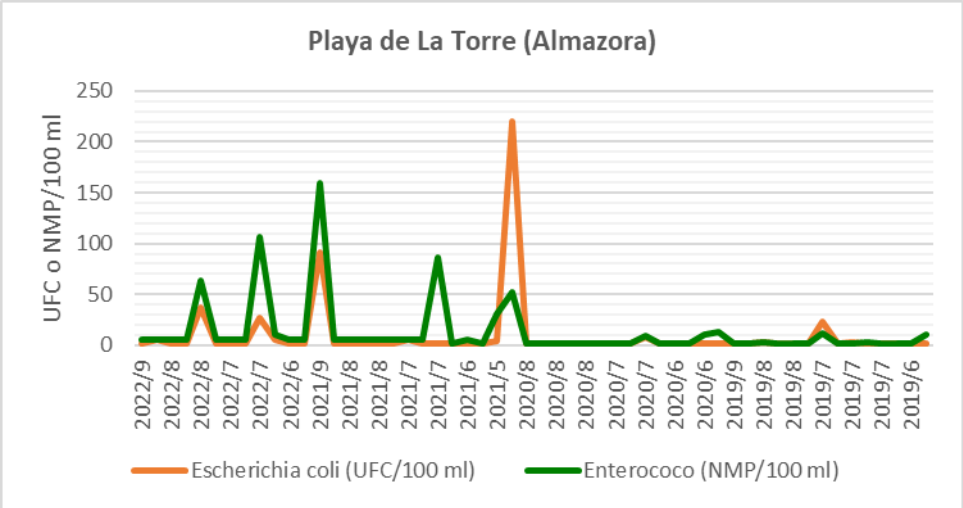


Figura 19. Parámetros indicadores de la calidad de las aguas de baño de la Playa de La Torre (Almazora). Temporadas 2019-2022.

Puede concluirse que la playa objeto de actuación presenta, de forma general y para las temporadas 2019-2022 aquí contempladas, una calidad prácticamente "Excelente" para el baño, habiéndose superado el límite entre "excelente" y "buena" en dos ocasiones para los Enterococos. Sin embargo, sí se registró un episodio de contaminación fecal en julio de 2022 (identificado como "incidente") durante el cual fue desaconsejado el baño (izado de bandera roja).

3.1.2.4 Vertidos al DPMT

Además de las aguas aportadas por el río Mijares, tratadas previamente en apartado independiente de este documento, se han identificado los siguientes vertidos al Dominio Público Marítimo-Terrestre en el borde litoral objeto de proyecto:

- 1 acequia canalizada junto al espigón N del tramo objeto de actuación (ver foto aérea de la Figura 20. y plano de la Figura 21.)
- 2 acequias superficiales que vierten sus aguas directamente a la playa en la celda sur de la Playa de La Torre, al sur de la salida al mar del "Camí de la Mar" (véase Figura 22.)

Figura 20. Canalización de acequia adosada al espigón N de la Playa de La Torre.

Figura 21. Localización de vertido superficial desde acequia, canal o gola. Fuente: Ecocartografía de Castellón.

Figura 22. Fotografías aéreas de las acequias que desembocan en la celda sur de la Playa de La Torre de 2015 (izq.) y 2022 (dcha.)

Puntos de vertido de aguas de regadío que se corresponden con la salida al mar de las acequias de uso agrícola: Braç dels Cutxos, Séquia Pla de la Torre y Braç del Bosc, que se muestran en el plano siguiente.

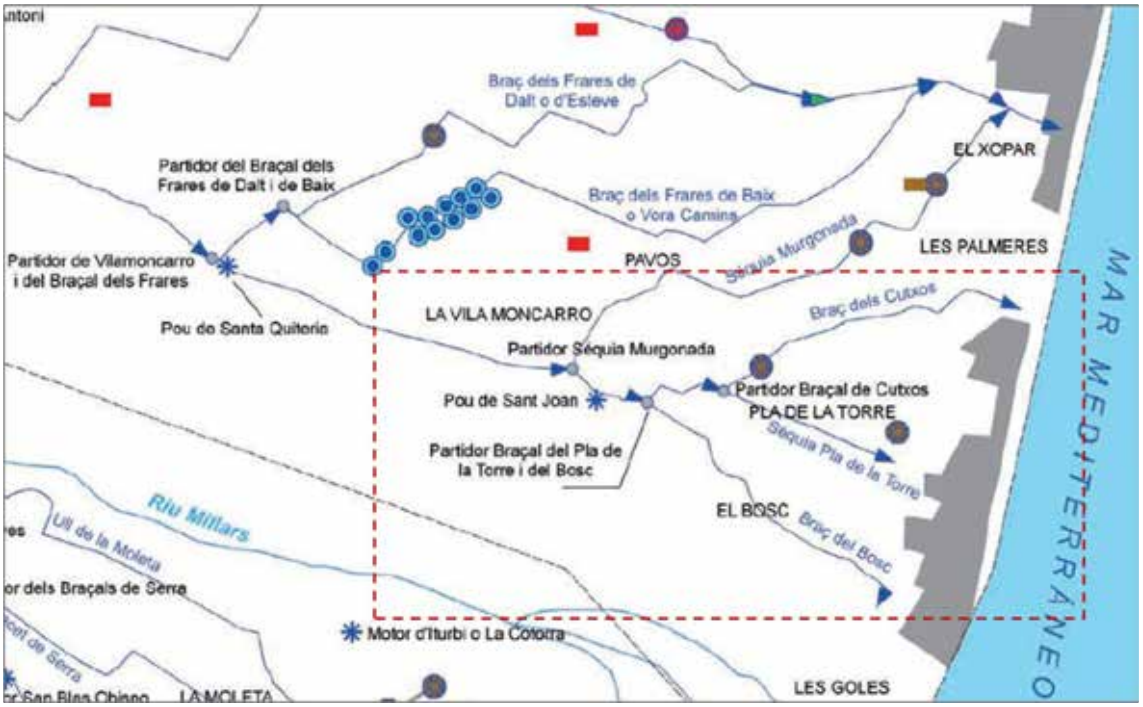


Figura 23. Extracto del plano de "Regadíos históricos del Baix Millars – Los riegos de Almassora" donde se observan la acequias existentes en el entorno de la zona de proyecto.

3.2 Hidrología subterránea o hidrogeología

La mayor parte de la superficie del ámbito territorial de la CHJ está cubierta por materiales muy permeables que favorecen la infiltración de las aguas superficiales de precipitación hacia estratos subterráneos.

Las masas de agua subterránea se definen según la Directiva Marco del Agua, como un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos. En el ámbito de la DHJ se han definido 90 masas de agua subterránea y 26 masas de agua impermeables o acuíferos de interés local, tal y como se puede observar en la figura siguiente.

Figura 24. Delimitación de masas de agua subterránea en la DHJ.

El sistema acuífero de la Plana de Castellón-Sagunto y áreas interiores (nº56), con una superficie de unos 2.400 km^2 (2.250 km^2 aflorantes) se extiende por el tercio sur de la provincia de Castellón y una pequeña franja del litoral septentrional de la de Valencia. Está limitado al Norte por el desierto de Las Palmas, el Valle de Mijares, y la depresión de Sarrión; de Noroeste a Sureste, por la Sierra de Javalambre, los campos de Liria, Náquera-Serra y la Plana de Valencia; al Este por la costa mediterránea, entre Benicasim y Puzol.

A su vez dividido en dos subsistemas, la "Plana de Castellón-Sagunto" (al este) y el de "Jérica-Alcublas" (al interior), el de la Plana, presenta una superficie de unos 550 km^2 y dos áreas netamente diferenciadas en el acuífero: la zona norte, entre Almenara y Benicasim, denominada Plana de Castellón en sentido estricto, donde se localiza la zona de actuación del presente Proyecto, y la zona sur, entre Almenara y Puzol, que corresponde a la Plana de Sagunto.

Los materiales que lo componen son fundamentalmente detríticos (gravas, arenas, limos y arcillas), como puede observarse en el mapa de la Figura 25. y la Tabla 19. La formación acuífera está constituida por niveles y lentejones de conglomerados, arenas y gravas, que se intercalan y engloban dentro de un conjunto limo-arcilloso, conformando una única unidad acuífera de edad pliocuaternaria. Desde el punto de vista hidrogeológico, pueden reconocerse, sin embargo, dos formaciones: una superior constituida por conglomerados, arenas y gravas y una proporción de materiales finos muy importante,

y otra inferior donde aumenta la proporción de arcillas. La permeabilidad de la formación superior es bastante elevada, mientras que los niveles inferiores son prácticamente impermeables (IGME, 1983).

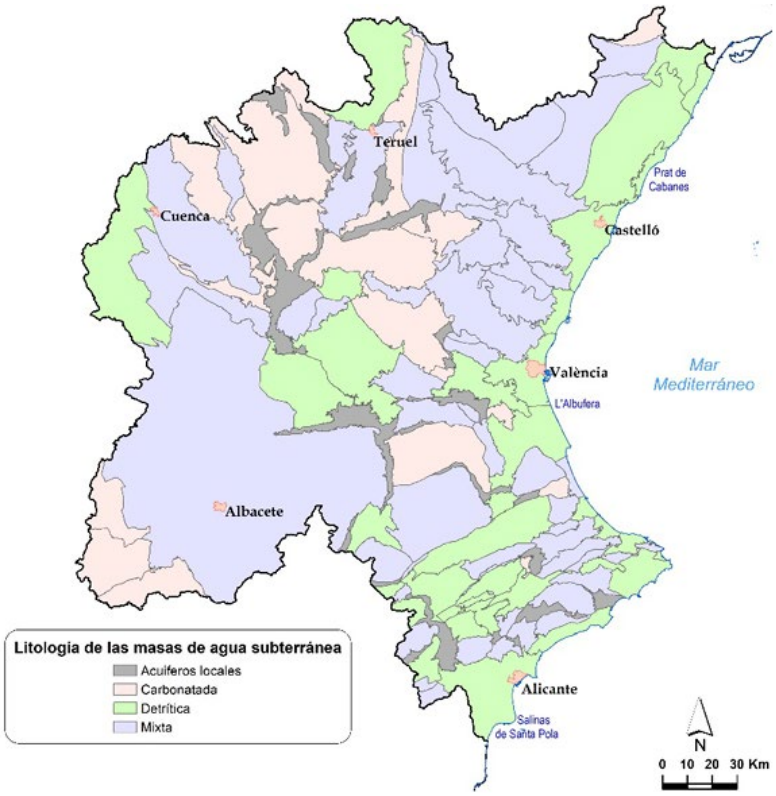


Figura 25. Masas de agua subterránea. Tipo litológico predominante. Fuente: PHJ.

Código masa	Nombre Masa	Sup. Total (km2)	% Carbonatada	% Detrítica	% Evaporita	% otros/sin información
080-127	Plana de Castelló	496,23	2,07	94,72		3,21
080-128	Plana de Sagunto	130,16	0,89	87,44		11,68

Tabla 19. Tipologías litológicas de las masas de agua subterráneas de La Plana de Castellón-Sagunto.

El recurso hídrico renovable que supone la **masa de agua subterránea 080-127 de la Plana de Castellón** queda recogido en la siguiente tabla, estimación realizada para el Plan Hidrológico para el ciclo 2022-2027:

Masa de agua subterránea		Recurso renovable	Total restricciones	Recurso disponible
080-127	Plana de Castellón	139,7	48,4	91,3

Tabla 20. Recurso renovable, restricciones ambientales y recurso disponible (hm3/año) de la masa de agua subterránea "Plana de Castellón" del sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón.

Como resultado de su Plan de seguimiento se obtiene que **esta masa de agua presenta un mal estado global**, mostrándose a continuación la evaluación de sus estado cuantitativo y químico, cuyos resultados dan lugar al estado global:

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA PLANA DE CASTELLÓN (080.127) - EVALUACIÓN DEL ESTADO CUANTITATIVO					
Hito	Test Balance Hídrico	Test Flujo Agua Superf.	Test Ecosistemas	Test Intrusión	ESTADO CUANTITATIVO
Plan 2009/15	Malo	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Plan 2015/21	Malo	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2014	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2015	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2016	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2017	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2018	Malo	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2019	Malo	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Segui. 2020	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo

Tabla 21. Calidad de la masa de agua subterránea Plana de Castellón, Estado Cuantitativo. Fuente: SIA Júcar.

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA PLANA DE CASTELLÓN (080.127) - EVALUACIÓN DEL ESTADO QUÍMICO						
Hito	Nitratos	Plaguicidas	Incump. Plaguicidas	Val. Umbral	Incump. V. Umbral	ESTADO QUÍMICO
Plan 2009/15	Malo	Bueno		Malo	Cloruros, Sulfatos	Malo
Plan 2015/21	Malo	Malo	Bromacilo	Malo	Cloruros, Sulfatos	Malo
Segui. 2014	Malo	Malo	Bromacilo	Malo	Cloruros, Sulfatos	Malo
Segui. 2015	Malo	Malo	Bromacilo, Desetil-Terbutilazina	Bueno		Malo
Segui. 2016	Malo	Malo	Bromacilo, Terbutilazina	Bueno		Malo
Segui. 2017	Malo	Malo	Bromacilo, Terbutilazina	Bueno		Malo
Segui. 2018	Malo	Bueno		Bueno		Malo
Segui. 2019	Malo	Bueno		Bueno		Malo
Segui. 2020	Malo	Bueno		Bueno		Malo

Tabla 22. Calidad de la masa de agua subterráneo Plana de Castellón, Estado Químico. Fuente: SIA Júcar.

4 ANÁLISIS DE LA INUNDABILIDAD

4.1 Introducción

Una "inundación" es el sumergimiento temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que pueden drenar los cauces.

En función de la causa que las motiva, las inundaciones pueden clasificarse en la siguiente tipología:

- Inundaciones por precipitaciones de muy alta intensidad.
- Inundaciones por avenidas o desbordamiento de los ríos, rieras, lagos o marismas provocadas o potenciadas por precipitaciones, deshielo, obstrucción de los lechos de los ríos o la acción de mareas y vientos.
- Inundaciones de origen marino, provocadas por temporales o por maremotos.
- Inundaciones por rotura o por operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica, tales como presas.

Las tormentas y las inundaciones son el desastre natural más frecuente y también uno de los más costosos desde el punto de vista económico y ambiental.

Entre otras obligaciones, la *Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, y su transposición al ordenamiento jurídico español mediante el *Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, plantean la necesidad de identificar las **Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)**, elaborar para estas zonas sus mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación y establecer planes de gestión del riesgo de inundación, siendo de aplicación a las inundaciones ocasionadas por desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes de aguas continuas o intermitentes, así como las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición.

Estos mapas, forman parte del "**Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables**" (SNCZI).

A nivel autonómico, para afrontar las necesidades de organización y planificación de las inundaciones, frecuentes en el territorio, la Generalitat Valenciana elaboró en el año 1999 el Plan Especial ante el riesgo de inundaciones en la Comunidad Valenciana, el cual fue revisado en 2010 aprobándose el nuevo Plan mediante *Decreto 81/2010, de 7 de mayo* (DOCV 12/05/2010).

El actual plan, titulado "**Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana**" (PATRICOVA), aprobado por *Decreto 201/2015, de 29 de octubre,* junto con la nueva cartografía a nivel nacional (SNCZI), han servido para la revisión, en 2020, del riesgo de inundación que presentan los municipios de la CVA, elaborándose el "Listado de municipios de la Comunidad Valenciana con riesgo de inundaciones de origen fluvial, marino y riesgo por accidente en presas/balsas".

Así, el municipio de Almazora queda identificado como municipio de riesgo medio fluvial, medio marino y de zona I para la presa de María Cristina y zona II de la presa del Sitjar, que significa que le puede afectar la onda de avenida de rotura de la presa y producirle daños a partir de la primera media hora de avenida hasta las dos horas.

GENERALITAT VALENCIANA S+EM AGÈNCIA DE SEGURETAT I EMERGÈNCIES

Listado de municipios de la Comunitat Valenciana con riesgo de inundaciones de origen fluvial, marino y riesgo por accidente en presas/balsas

Provincia de: CASTELLON

Municipio	Fluvial	Marino	Accidente Presa / Balsa
AÍN	---		
ALBOCÀSSER	BAJO		
ALCALÀ DE XIVERT	ALTO		
ALCORA, L'	BAJO		Zona I: PE ALCORA Zona I: PE Mº CRISTINA
ALCUDIA DE VEO	BAJO		
ALFONDEGUILLA	MEDIO		
ALGIMIA DE ALMONACID	BAJO		
ALMASSORA	MEDIO	MEDIO	Zona I: PE Mº CRISTINA Zona II: PE SITJAR

Figura 26. Clasificación del riesgo de inundación del municipio de Almassora.

Para establecer el riesgo y la peligrosidad de inundación existente en el tramo costero objeto de Proyecto, se ha procedido a consultar dicha cartografía de peligrosidad y riesgo tanto a nivel fluvial, como marino, así como otra información complementaria, cuyos resultados se plasman en los apartados subsiguientes del presente documento.

Entendiéndose como **peligrosidad** la causa en sí que origina el peligro, mientras que el **riesgo** tiene en cuenta sobre qué elementos se produce la inundación y el grado de vulnerabilidad de éstos, y, en concreto, sobre la población, las actividades económicas, puntos de especial importancia, y áreas de importancia medioambiental.

4.2 Inundación de origen fluvial

En el SNCZI se establecen las zonas inundables, la magnitud de la inundación y la peligrosidad de la misma, asociadas a eventos de distinta probabilidad de ocurrencia, correspondientes con los siguientes periodos de retorno:

- T_R= 10 años → evento de alta probabilidad de ocurrencia
- T_R= 50 años → evento frecuente
- T_R= 100 años → evento de probabilidad media u ocasional
- T_R= 500 años → evento de baja probabilidad de ocurrencia o excepcional

Que para el borde litoral objeto de proyecto son:

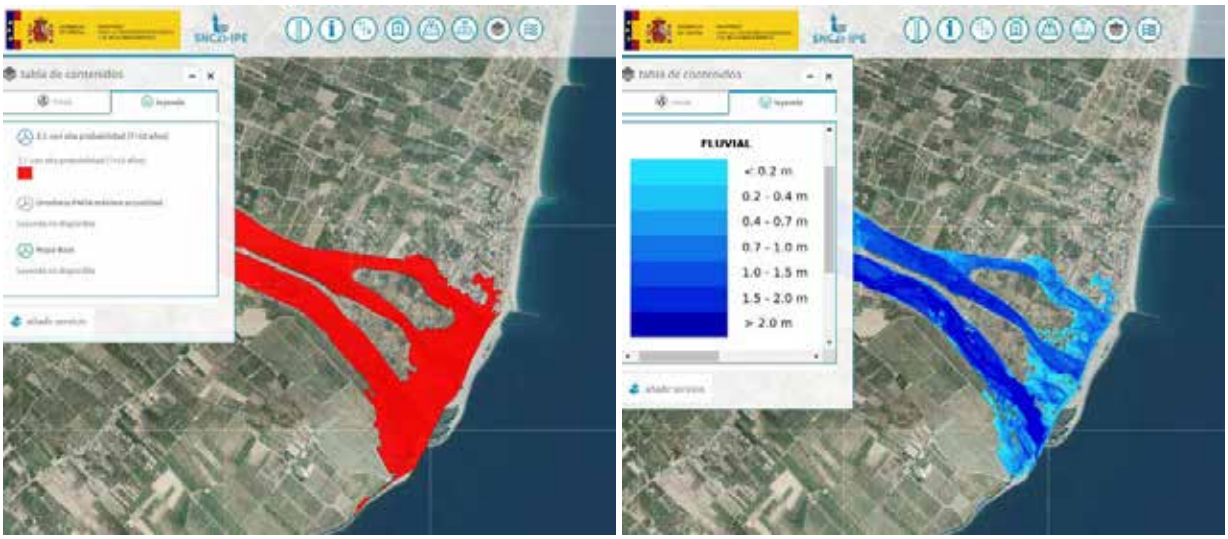


Figura 27. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=10 años.

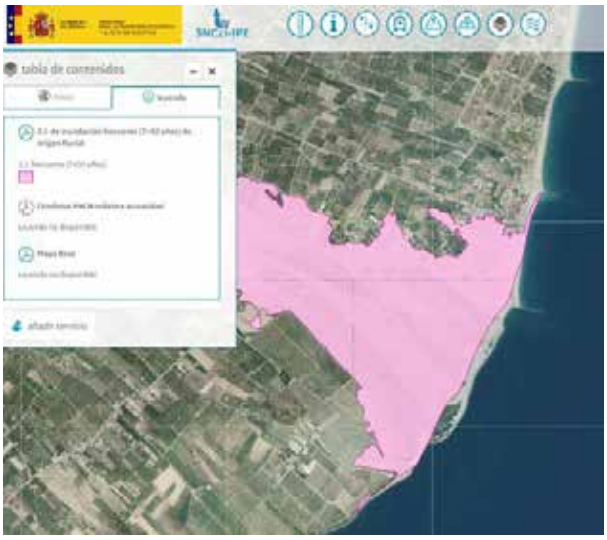


Figura 28. Zonas inundables por un evento de T_R=50 años.

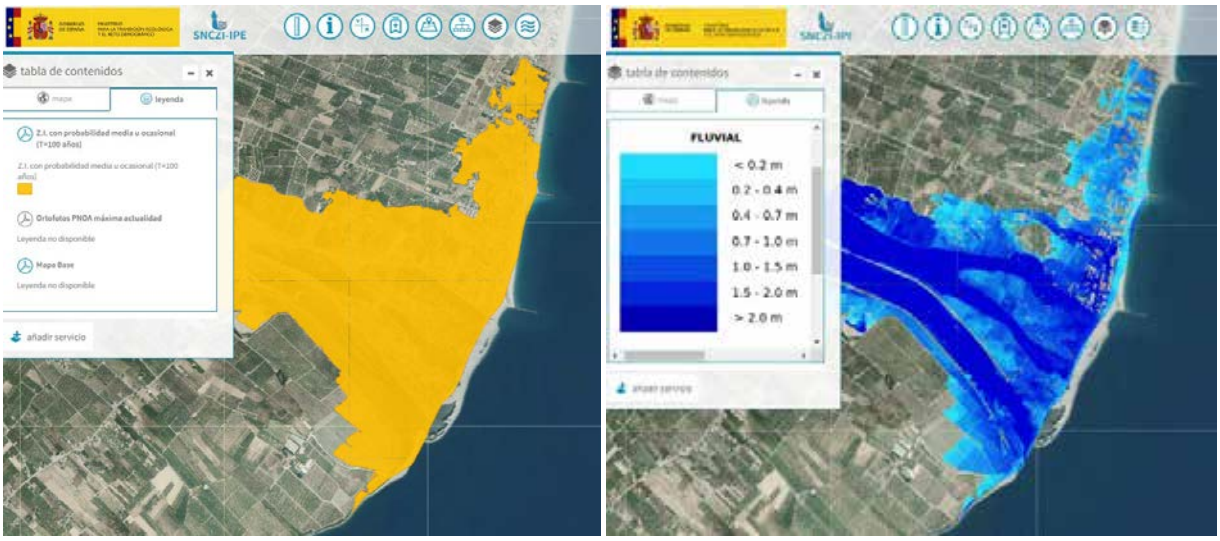


Figura 29. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=100 años.

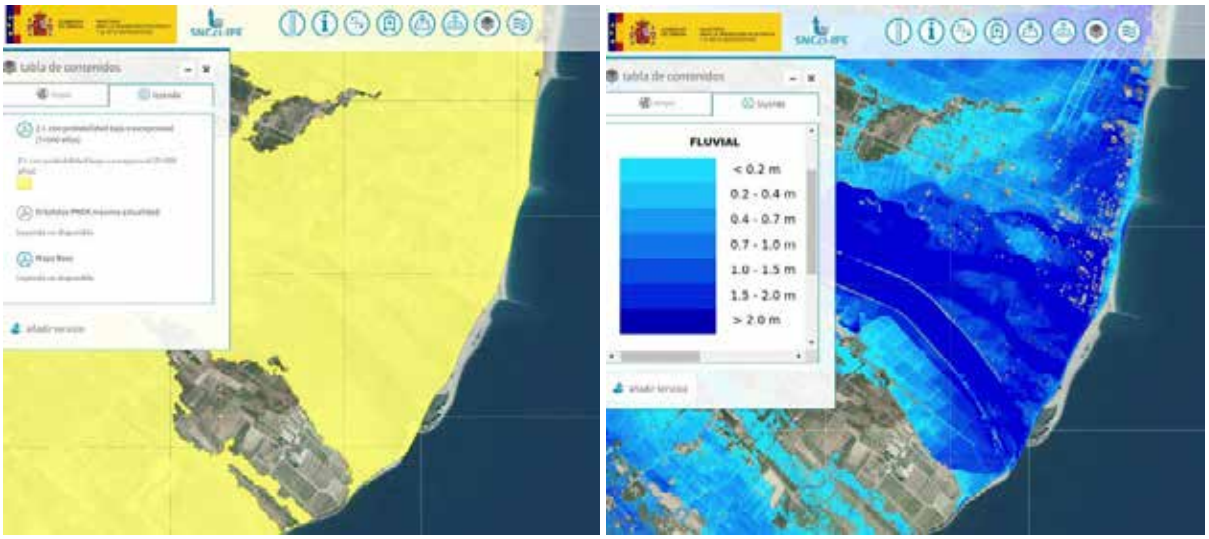


Figura 30. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un evento de T_R=500 años.

Para episodios frecuentes de 10 años de periodo de retorno el riesgo de la inundación sobre la población, las actividades económicas, puntos de especial importancia y áreas de importancia medioambiental, se ciñe de forma prácticamente exclusiva al área del Delta del Mijares, mostrándose a continuación estos riesgos para episodios más extremos de 100 y 500 años de periodo de retorno, cuyos efectos sí alcanzan la zona de actuación de proyecto.

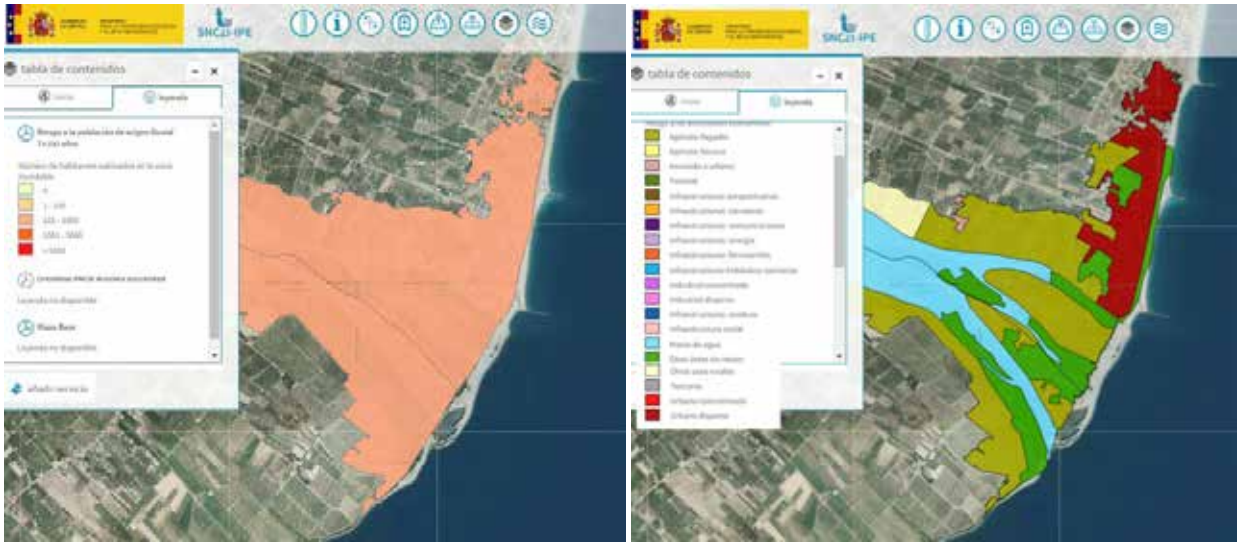


Figura 31. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a una inundación de T_R=100 años.

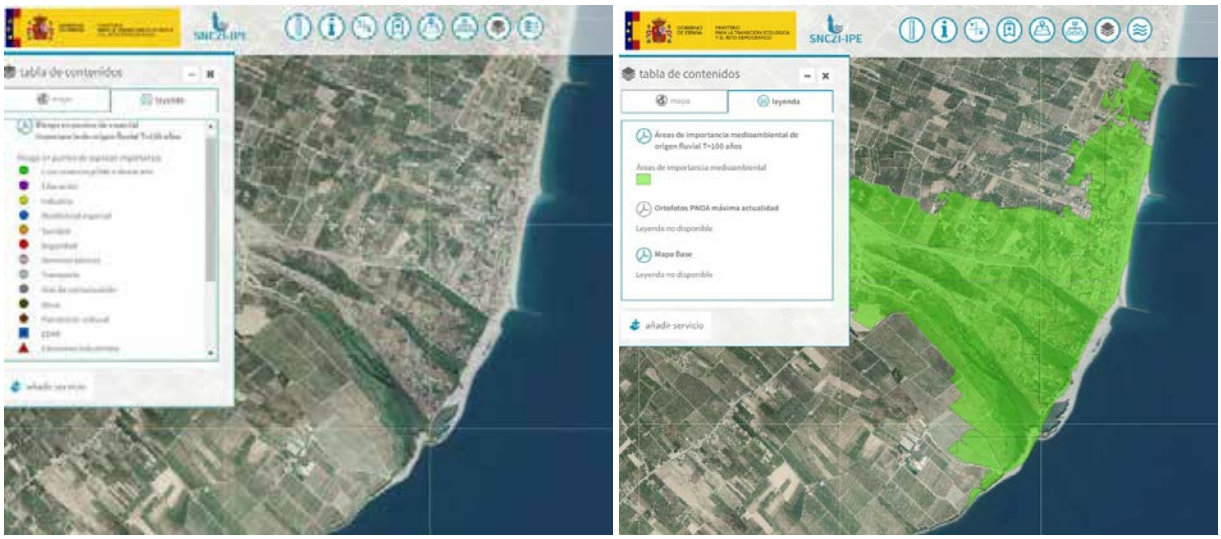


Figura 32. Riesgos sobre puntos de especial importancia (izq.) y áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a una inundación de T_R=100 años.

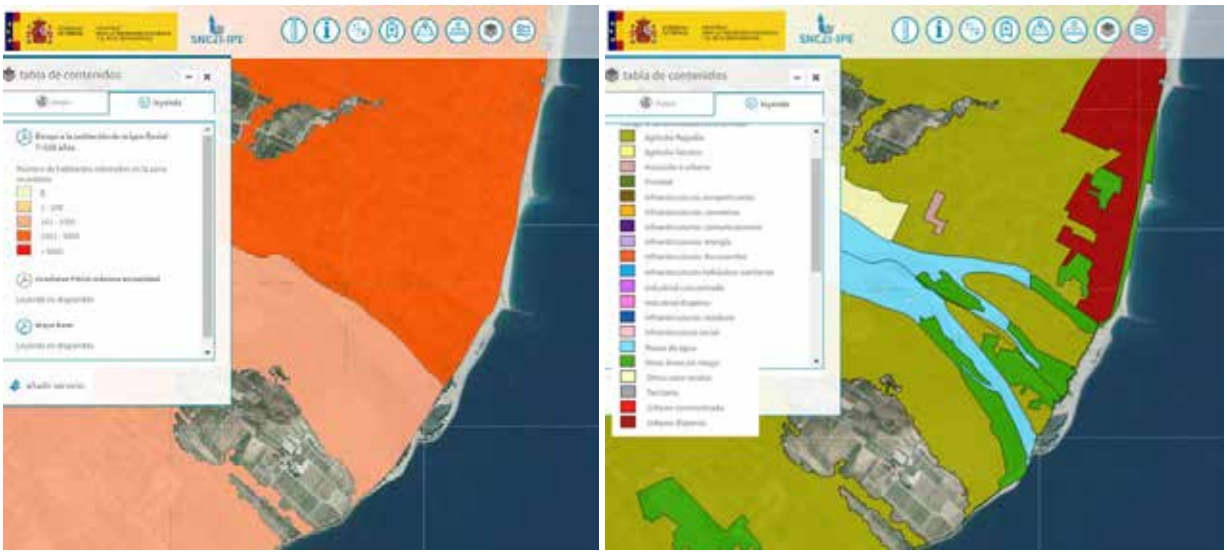


Figura 33. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a una inundación de T_R=500 años.

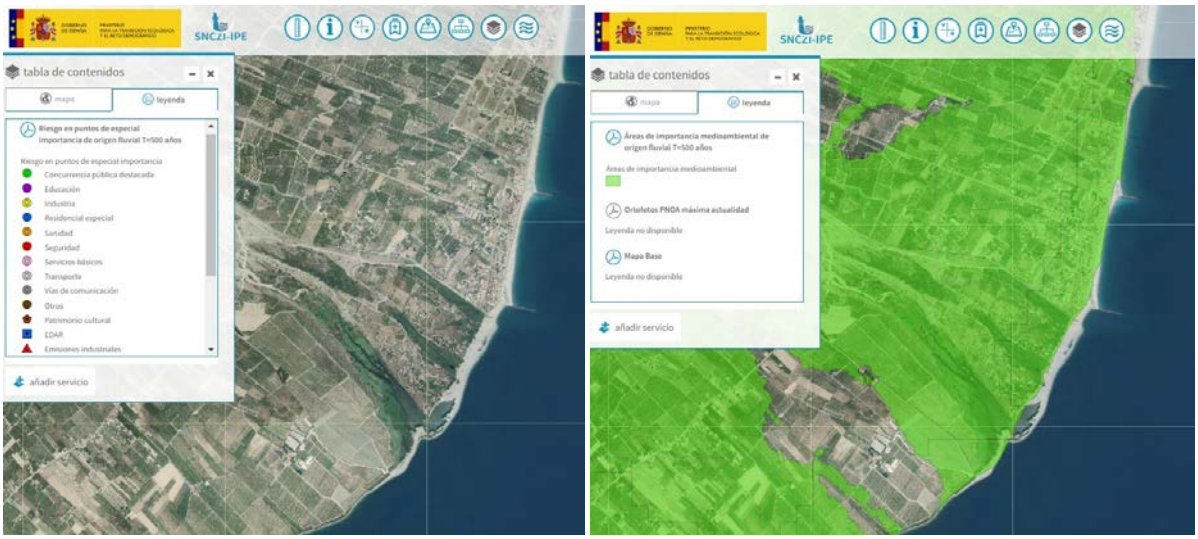


Figura 34. Riesgos sobre puntos de especial importancia (izq.) y áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a una inundación de T_R=500 años.

4.3 Inundación de origen marino

4.3.1 Ocasionada por temporales

En el caso de las inundaciones de origen marino, producidas por temporales marítimos de 100 y 500 años de periodo de retorno, probabilidades media u ocasional y baja o excepcional, respectivamente, la extensión de la zona inundable y su magnitud o peligrosidad para el tramo costero en estudio se presenta a continuación:

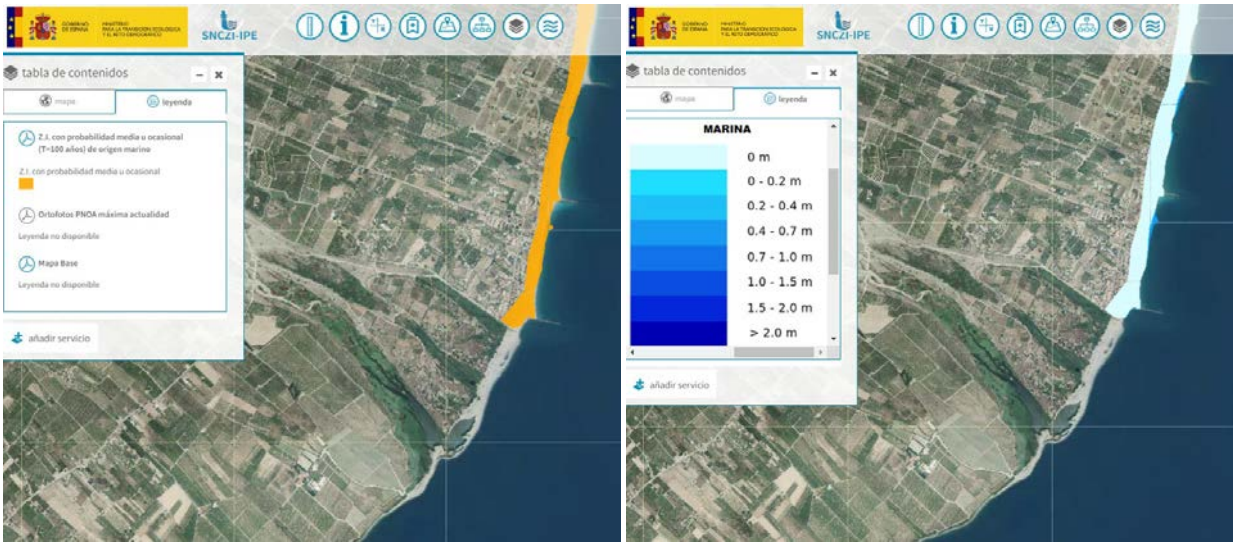


Figura 35. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad de la inundación (dcha.) ocasionada por un temporal marítimo de T_R=100 años.

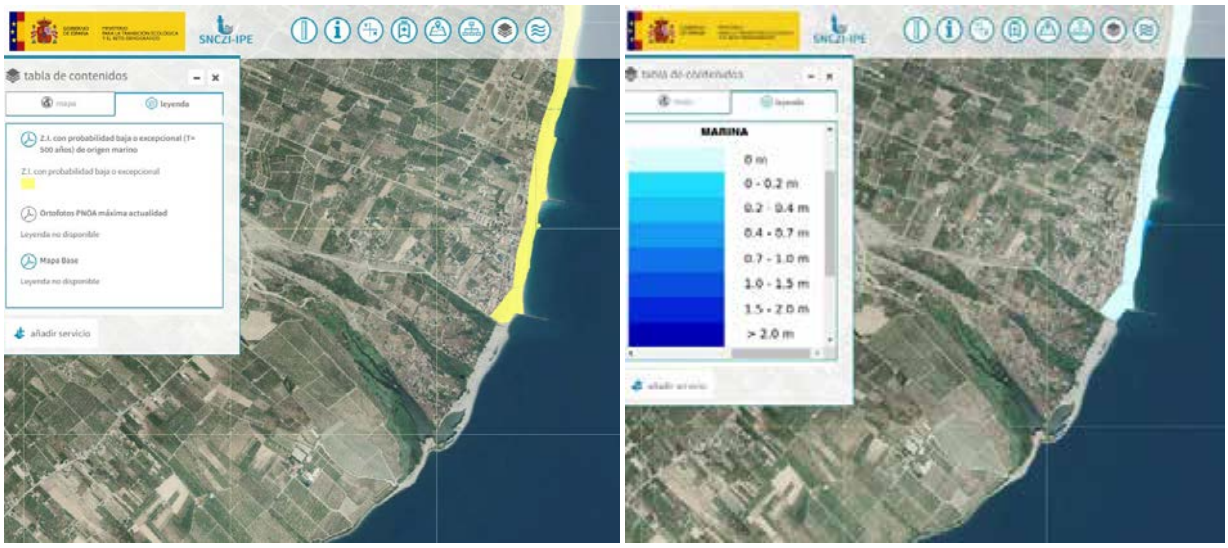


Figura 36. Zonas inundables (izq.) y peligrosidad* de la inundación (dcha.) ocasionada por un temporal marítimo de T_R=500 años. *Nota: según visor SNCZI, la capa de peligrosidad T_R=500 años aquí mostrada presenta errores.

Estos temporales de origen marítimo, que llevan asociados fuertes oleajes y un aumento en el nivel del mar, entrañan los siguientes riesgos para la población, las actividades económicas, puntos de especial importancia y áreas de importancia medioambiental:

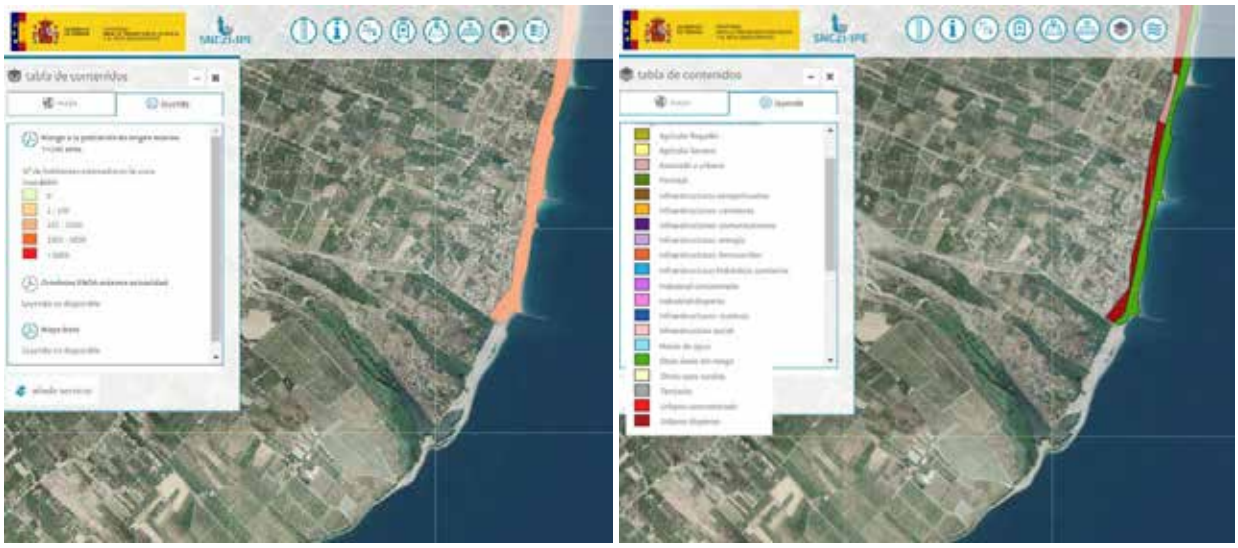


Figura 37. Riesgos sobre la población (izq.) y las actividades económicas (dcha.) asociados a la inundación producida por un temporal marítimo de T_R=100 años.

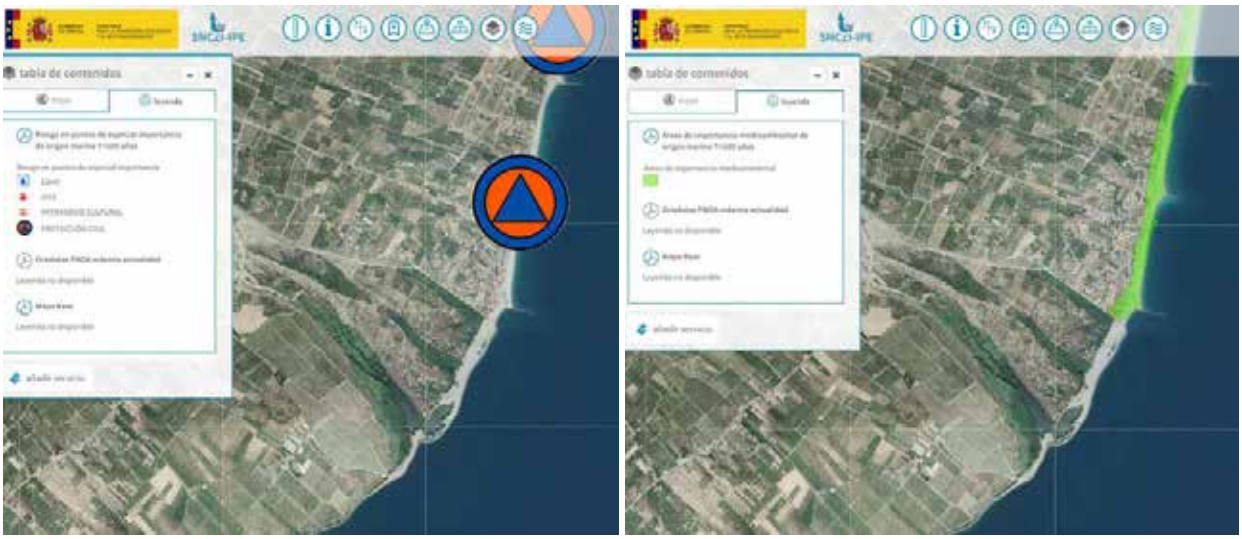


Figura 38. Riesgos en puntos de especial importancia (izq.) y sobre áreas de importancia medioambiental (dcha.) asociados a la inundación producida por un temporal marítimo de T_R=100 años.

Puesto que el área afectada para ambos temporales es la misma, se descarta adjuntar las imágenes de los riesgos derivados de un temporal de T_R=500 años para no repetir información, dado que son iguales a los de 100.

4.3.2 A causa de un maremoto

Un maremoto (o tsunami) se produce por la agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo, que a veces se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones. En definitiva, se trata de una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente. Un maremoto puede ser provocado por terremotos, volcanes, derrumbes costeros o subterráneos, explosiones de gran magnitud o incluso meteoritos. Los terremotos pueden ser ocasionados por terremotos locales o por terremotos ocurridos a considerable distancia. De ambos, los primeros son los que producen daños más devastadores debido a que no se cuenta con tiempo suficiente para evacuar la zona (generalmente se producen entre 10 y 20 minutos después del terremoto) y a que el terremoto, por sí mismo, genera caos lo que hace muy difícil organizar una evacuación ordenada.

Los terremotos que originan maremotos usualmente están asociados a zonas de subducción. Dado que muchas zonas de subducción se encuentran bordeando la cuenca del Pacífico, la gran mayoría de los maremotos han ocurrido en ese océano, aunque en las costas españolas también existe un cierto riesgo de maremotos que resulta procedente evaluar.

Históricamente se tiene constancia de maremotos de efectos desastrosos en la costa atlántica suroccidental (zona de Huelva, Cádiz, Estrecho de Gibraltar y Canarias), como el maremoto asociado al terremoto de Lisboa en 1755, que sólo en Portugal provocó miles de muertos.

De igual forma, se sabe de la existencia de maremotos de efectos menores. Estos han provocado la inundación de zonas bajas y problemas de operación en puertos de la costa mediterránea, como ocurrió en Baleares en mayo de 2003 debido al maremoto generado por el terremoto en Argelia, de magnitud 6.7, que en apenas 40 minutos alcanzó las costas de las islas.

Las estadísticas elaboradas por la Unesco de cara a la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Océanos (junio 2022) muestran que la probabilidad de que se produzca una ola de tsunami superior a un metro en el Mediterráneo en los próximos 30 años se acerca al 100%.

El RD 1053/2015, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Maremotos (BOE de 21 noviembre 2015), en su apartado "3.1. Evaluación de la peligrosidad de maremotos" indica, entre otras cosas, que la Dirección General de Protección Civil y Emergencias establecerá la cartografía de peligrosidad ante maremotos que permita determinar los ámbitos territoriales en los que es imprescindible, aconsejable o innecesaria la elaboración de los correspondientes planes de protección civil.

A la vista de esto, la Dirección general de protección Civil y Emergencias (DGPCE) consideró que el riesgo de maremotos debía de ser objeto de planificación y, por ello, estableció mediante el *Real Decreto 1053/2015 de 20 de noviembre*, la Directriz Básica de planificación de protección civil ante el riesgo de maremotos. En esta directriz se establecen tres niveles en los que se deben elaborar planes de actuación.

Un primer nivel, Plan Estatal, determina las comunidades autónomas que deben abordar un plan propio de acuerdo a una zonificación de la peligrosidad de maremoto. El estudio nivel nacional fue sacado a concurso y adjudicado y ha sido ejecutado, proporcionando una cartografía de peligrosidad que ha permitido determinar las comunidades autónomas que deben proceder con el segundo nivel de planeamiento. La cartografía ha arrojado como resultado que todas las CCAA excepto las cantábricas más orientales (Cantabria y País Vasco) deben abordar el siguiente nivel de estudio. La cartografía proporcionada (ver Figura 39.) no puede ser utilizada para este segundo nivel ya que no posee la resolución suficiente para aproximar la escala autonómica y además en su ejecución no se han calculado datos de inundación en tierra, limitándose por tanto a proporcionar datos de altura de ola en costa.

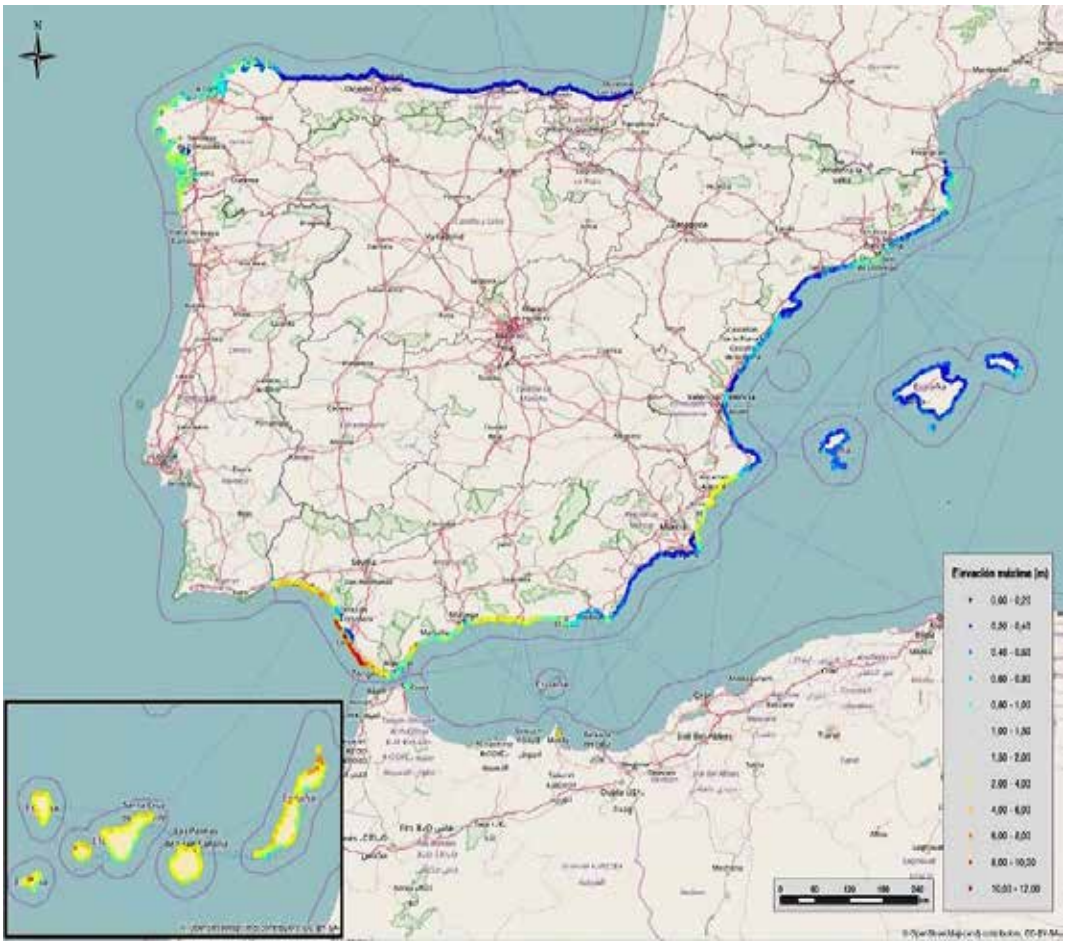


Figura 39. Altura de ola de tsunami en las costas españolas. Fuente: estudio de peligrosidad de maremoto a nivel nacional.

El segundo nivel, Plan de Comunidad Autónoma, establece que se debe proporcionar como mínimo una zonificación de la misma en función de la peligrosidad del maremoto, desarrollando en caso necesario estudios de peligrosidad más específicos y precisos. Esta nueva cartografía a escala autonómica ha sido objeto del trabajo realizado por el IH Cantabria[5] en el que se han elaborado mapas de peligrosidad que proporcionan información no sólo de la altura de ola de tsunami en cada punto, sino también la profundidad de la lámina de agua en cada punto producida por la inundación en tierra, el run-up máximo y la longitud de inundación. Estas variables son representadas en mapas (que no se hallan disponibles en el momento en que se desarrolla el presente estudio), realizados por comunidades autónomas, que permiten identificar qué zonas se encuentran ante una mayor peligrosidad, y que, por tanto, requerirán de un estudio de mayor detalle, a mayor resolución, a escala local, por término municipal.

El Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo de Maremotos fue aprobado por Acuerdo del Consejo de ministros de 18 de mayo de 2021 y publicado por Resolución de 19 de mayo de 2021. Según éste,

[5] González, M.; Aniel-Quiroga, Í.; et al. 2017. "Mapas de peligrosidad por maremoto en la costa española como apoyo para el establecimiento de los planes de actuación de C.C.A.A." XIV Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos.

de acuerdo con los estudios realizados de peligrosidad determinista de los maremotos por causas sísmicas en las costas españolas, en la franja mediterránea, algunos de los maremotos que se podrían generar están asociados a fallas muy cercanas a costa, algunas de ellas incluso tienen parte de su traza en tierra, por lo que su llegada sería instantánea.

En la costa castellonense objeto de actuación, y a fata de estudios de mayor detalle, la elevación máxima esperable producida por un maremoto sería de entre 0,5 y 1 m.

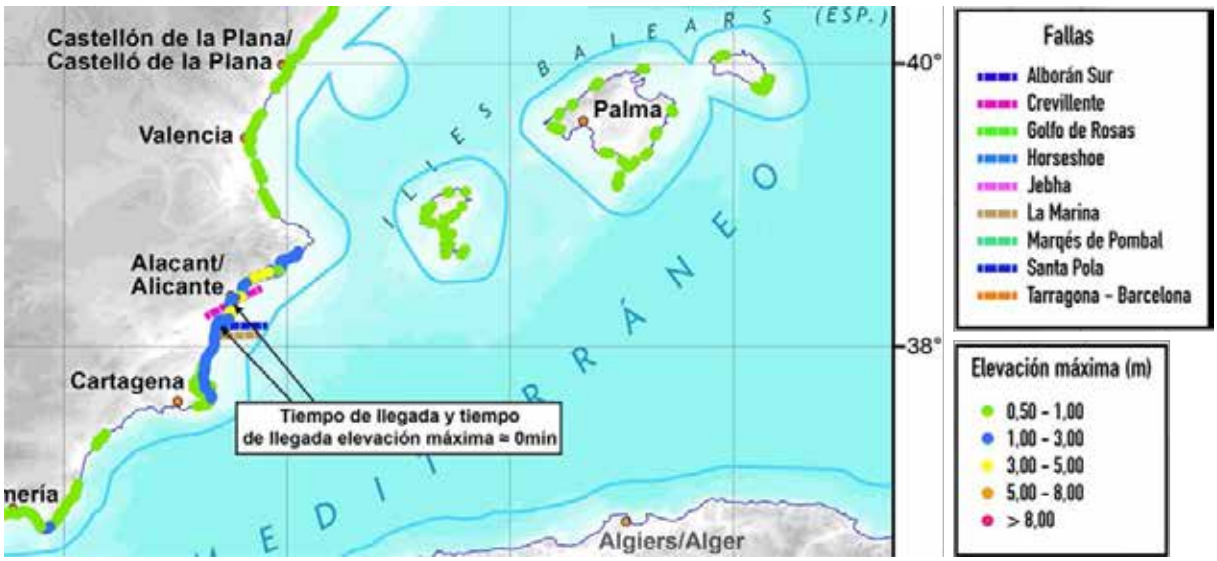


Figura 40. Extracto del Mapa de peligrosidad de Maremotos en las costas españolas. Fuente: DGPCE.

El grado de severidad del maremoto en un punto de la costa está basado en la clasificación propuesta por el ICG/NEAMTWS (Grupo de Coordinación Intergubernamental para el Sistema de Alerta de Maremotos en el Atlántico nororiental, el Mediterráneo y sus mares adyacentes), según el cual hay tres niveles:

a) Alerta o rojo («watch»): Altura de la ola del maremoto mayor de 0,5 metros o altura vertical máxima en tierra mayor de 1 metro. El maremoto producirá inundación en la costa.

b) Aviso o amarillo («advisory»): Altura de la ola del maremoto entre 0,2 y 0,5 metros o altura vertical máxima en tierra entre 0,5 y 1 metro.

c) Información o verde («information»): No hay riesgo de maremoto o si existe tendrá alturas de ola menores de 0,2 metros o una altura vertical máxima en tierra menor de 0,5 metros.

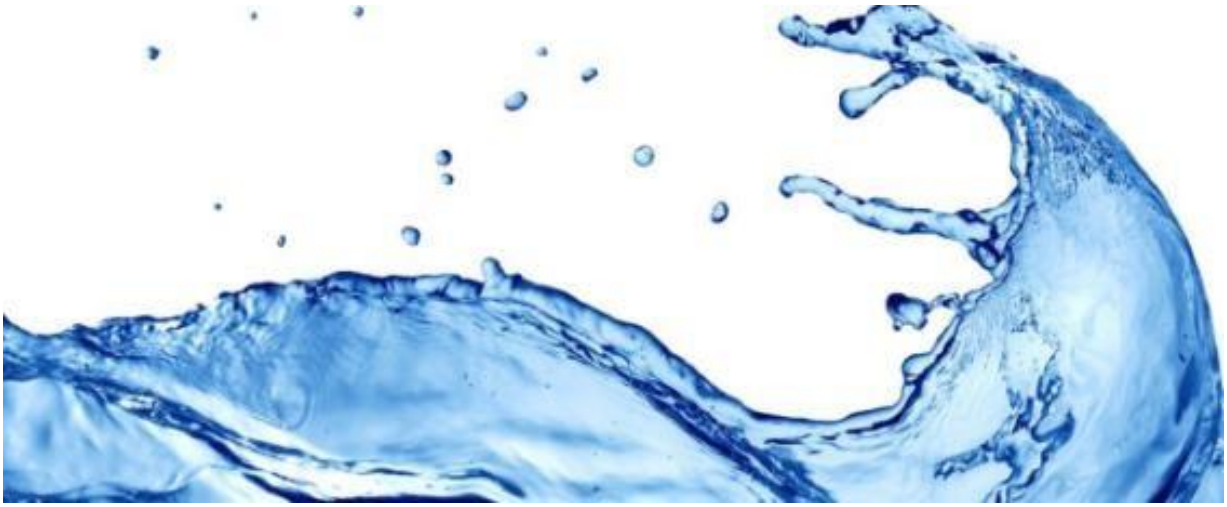
Por lo que en caso de ocurrencia de uno de los eventos descritos para la costa objeto de actuación, conllevarían un nivel de riesgo de alerta roja en ésta.

ANEXO 3.1.1:
CALIDAD DE LAS AGUAS Y LOS SEDIMENTOS

EJ-2022.06.9058

EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. (GAMASER)
CIF – B96315577
Calle del Corretger, 51, 4. Parque Táctica 46988 Paterna (Valencia)
Tel. +34 963 980 730
Fax. +34 963 980 719

Código Proyecto	EJ-OF-2022.06.9058
Proyecto	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)”
Cliente	INGEOMAR

Informe	ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

Estudio realizado por	Mar Nieto Pérez
	Guadalupe García Blanco
	Ignacio Giner Ponce
	Alejo Muruaga Ilazarri

	Nombre	Fecha	Firma
Informe revisado por	Ignacio Giner Ponce Responsable Área Medio Marino	6/06/2023	
Informe aprobado por	Alejo Muruaga Ilazarri Director Dpto. Consultoría Ambiental		

REGISTRO DE CAMBIOS

CÓDIGO VERSIÓN	FECHA	SECCIÓN AFECTADA	OBSERVACIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA. 2

2.1. CALIDAD DE SEDIMENTOS 2

2.1.1. Área de estudio. Puntos de muestreo 2

2.1.2. Trabajos de campo 3

2.1.3. Trabajos de laboratorio 3

2.1.4. Trabajos de gabinete. Valoración de resultados 3

2.2. CALIDAD DE AGUAS MARINAS 3

2.2.1. Área de estudio. Puntos de muestreo 3

2.2.2. Trabajos de campo 4

2.2.2.1. Mediciones in situ con sonda multiparamétrica 5

2.2.2.2. Medición transparencia Disco secchi 6

2.2.2.3. Toma de muestras de agua 7

2.2.3. Trabajos de laboratorio 7

2.2.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados 7

3. RESULTADOS. 10

3.1. CALIDAD DE SEDIMENTOS. 10

3.1.1. Parámetros físicos 10

3.1.2. Parámetros químicos 13

3.1.2.1. Metales pesados 13

3.1.2.2. Carbono orgánico total (COT) 15

3.1.3. Parámetros microbiológicos 16

3.2. CALIDAD DE AGUAS MARINAS. 17

3.2.1. Parámetros in situ 17

3.2.1.1. Temperatura 17

3.2.1.2. Salinidad 18

3.2.1.3. Clorofila a 18

3.2.1.4. Oxígeno disuelto 20

3.2.1.5. Turbidez 21

3.2.2. Parámetros químicos 23

4. EQUIPO DE TRABAJO 25

5. ANEJOS 26

Anejo 1. Informes de ensayo análisis sedimentos marinos. Protocolo ITEA.

Anejo 2. Informes de ensayo análisis aguas marinas.

1. INTRODUCCIÓN.

La empresa INGEOMAR S.L. (en adelante, el cliente) ha solicitado a GAMASER la realización de una serie de actividades relacionadas con la “EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE DE ALMAZORA (CASTELLÓN)””. La zona objeto del proyecto de regeneración y estabilización comprende la franja costera desde el límite norte la playa de la torre hasta la desembocadura del río Mijares.

Por tanto, la zona de estudio se contempla para un frente litoral de 2.900m. Por mar, la zona de estudio se extiende hasta la isobata de -30m.

Localización de la zona de estudio

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA.

2.1. CALIDAD DE SEDIMENTOS

2.1.1. Área de estudio. Puntos de muestreo

Se ha planteado la toma de muestras de sedimento para analizar su adecuación como material de aporte a playa mediante la aplicación de protocolo establecido en la ITEA. Se han planificado un total de 6 muestras a una profundidad de 3m.

Estaciones de muestreo

Estaciones	COORD ETRS89		
	LONGITUD	LATITUD	COTA
A1	39° 55.583'N	0° 0.048'O	-3m
A2	39° 55.372'N	0° 0.122'O	-3m
A3	39° 55.232'N	0° 0.156'O	-3m
A4	39° 55.042'N	0° 0.237'O	-3m
~~A5~~	~~39° 54.814'N~~	~~0° 0.328'O~~	~~-3m~~
A6	39° 54.599'N	0° 0.422'O	-3m

Estaciones de muestreo. Se han tachado aquellas ubicaciones en las que debido a las características del fondo ha resultado imposible realizar la toma de muestra.

2.1.2. Trabajos de campo

Se ha empleado la misma metodología descrita en el apartado 2.3.2

2.1.3. Trabajos de laboratorio

El análisis de las muestras se realiza en el laboratorio de Gamaser S.L., laboratorio acreditado conforme a la norma ISO 17025. Los parámetros a analizar conforme al protocolo de la ITEA (op.cit.) son: granulometría, carbono orgánico total, metales (Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Cinc, Plomo y Níquel) y contaminación microbiológica (al tratarse de zonas de baño: *Enterococos intestinales y Escherichia coli*).

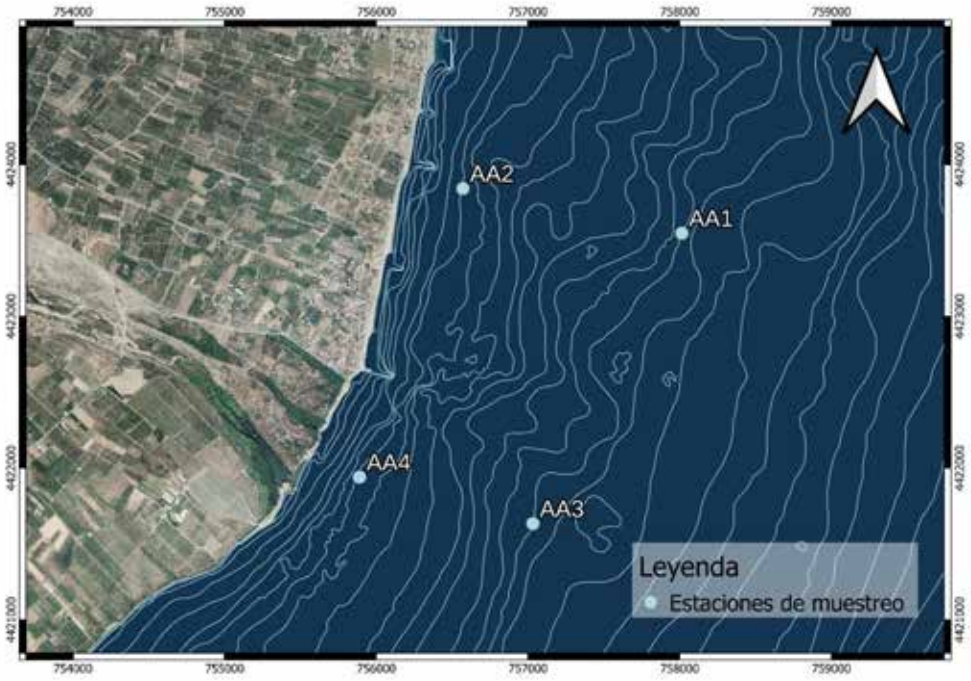
2.1.4. Trabajos de gabinete. Valoración de resultados

A partir de los resultados de laboratorio se analiza la adecuación de los sedimentos conforme a lo expresado en los artículos 13, 14 y 15 de la ITEA (op.cit.). Conforme a los resultados de la comparación de los resultados de las muestras con los valores de concentración límite establecidos, se determina el grado de adecuación del material para su uso como material de aporte a playas.

2.2. CALIDAD DE AGUAS MARINAS

2.2.1. Área de estudio. Puntos de muestreo

Se ha realizado la toma de muestras de agua marina en 4 estaciones de muestreo distribuidas regularmente en la zona de estudio y cubriendo el rango batimétrico de la zona de estudio.



Distribución estaciones de muestreo

Estaciones	COORD ETRS89	
	LONGITUD	LATITUD
AA1	39° 55.365'N	0° 1.141'E
AA2	39° 55.550'N	0° 0.136'E
AA3	39° 54.350'N	0° 0.407'E
AA4	39° 54.536'N	0° 0.387'O

2.2.2. Trabajos de campo

Las actividades de campo a desarrollar han sido:

1. Mediciones in situ con sonda multiparamétrica en toda la columna de agua (perfiles) de: salinidad, temperatura, Ph, oxígeno disuelto, Eh, Clorofila-a e irradiancia.
2. Mediciones in situ con disco Secchi de: transparencia
3. Toma de muestras de agua con botella oceanográfica para análisis en laboratorio de: sólidos suspendidos, metales, hidrocarburos y materia orgánica.

2.2.2.1. *Mediciones in situ con sonda multiparamétrica*

Para las mediciones *in situ* y la realización de perfiles hidrológicos verticales multiparámetro en la columna de agua, se ha empleado una sonda multiparamétrica de alta precisión (modelo AAQ-model 176[1]), propiedad de GAMASER.

Sonda AAQ177

■ Sensor specifications

Parameter	Principle	Measurement range	Resolution	Accuracy	Time constant
Depth	Semiconductor pressure sensor	0 to 100 m	0.002 m	±0.3% FS	0.2 s
Temperature	Thermistor	−3 to 45 °C	0.001 °C	±0.01 °C (0 to 35 °C))	0.2 s
Conductivity	Electrode	0.5 to 70 mS cm⁻¹	0.001 mS cm⁻¹	±0.01 mS cm⁻¹ *1	0.2 s
Salinity	Practical salinity	2 to 42	0.001	—	0.2 s
Turbidity	Backscattering	0 to 1,000 FTU (Formazin reference)	0.03 FTU	±0.3 FTU or ±2%	0.2 s
Chlorophyll	Fluorimeter	0 to 400 ppb (Uranin reference)	0.01 ppb	±1% FS	0.2 s
DO	Phosphorescence	0 to 200% (0 to 20 mg L⁻¹)	0.001 to 0.004 mg L⁻¹ (0.01 to 0.04%)	±2% FS (±0.4 mg L⁻¹)	0.4 s*2
Quantum	Photodiode	0 to 5,000 µmol m⁻² s⁻¹	0.1 µmol m⁻² s⁻¹	4% FS	0.2 s
pH	Glass electrode	0 to 14 pH	0.01 pH	±0.2 pH	10 s
ORP	Glass electrode	0 to ±1,000 mV	0.1 mV	—	10 s

*1: Calibration using sea water (range: 28 to 48 mS cm⁻¹) *2: 63% response time at standard (25 °C at 1 atm in air)

Especificaciones técnicas del equipo.

[1] *JFE Advantech Co., Ltd. Ocean Instruments Division.*
www.jfe-advantech.co.jp/

Una vez posicionados con la embarcación mediante GPS en cada estación de muestreo, se ha depositado en sub-superficie (0,5 metros de profundidad) la sonda multiparamétrica. Se ha dejado caer lentamente hasta el fondo en cada punto de muestreo, y conforme la sonda multiparamétrica ha ido descendiendo en profundidad, ha ido midiendo en continuo cada uno de los parámetros citados en la tabla anterior.

La medición en continuo y el perfil vertical ha finalizado cuando la sonda multiparamétrica ha llegado al fondo (sin tocar el mismo), se detiene la medición y la sonda se iza a bordo.

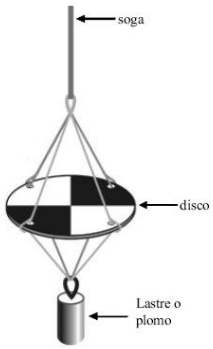
Cada segundo se ha obtenido un valor de cada uno de los parámetros citados anteriormente, para finalmente obtener varias medidas en cada metro de agua de la columna de la masa de agua, en cada punto de muestreo, desde sub-superficie (0,5 m.) hasta el fondo.

De esta forma se ha obtenido una medición en continuo del perfil vertical de la masa de agua en cada uno de los puntos de muestreo, para cada uno de los parámetros de la tabla anterior.

Esto permite considerar la columna de agua, no como un medio ópticamente homogéneo, sino con diferentes gradientes de turbidez que puedan estas asociados a estratificación por densidad (picnoclinas).

2.2.2.2. Medición transparencia Disco secchi

Para la toma de datos *in situ* de la transparencia, se ha utilizado el disco Secchi, siendo el valor del mismo la profundidad a la que deja de ser visible el disco. Las campañas de muestreo se llevado a cabo con un intervalo de ± 2h respecto del mediodía solar, para una correcta lectura del Disco Secchi.



Disco Secchi

2.2.2.3. Toma de muestras de agua

Las muestras se han tomado a las profundidades indicadas, a saber: a unos 50 cm de profundidad (subsuperficial). Se han conservado en nevera (frío y oscuridad) hasta el laboratorio.

2.2.3. Trabajos de laboratorio

Los análisis de cada una de las muestras se han realizado en el laboratorio de Gamaser S.L., laboratorio que dispone de actividades de toma de muestra y ensayo acreditadas conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

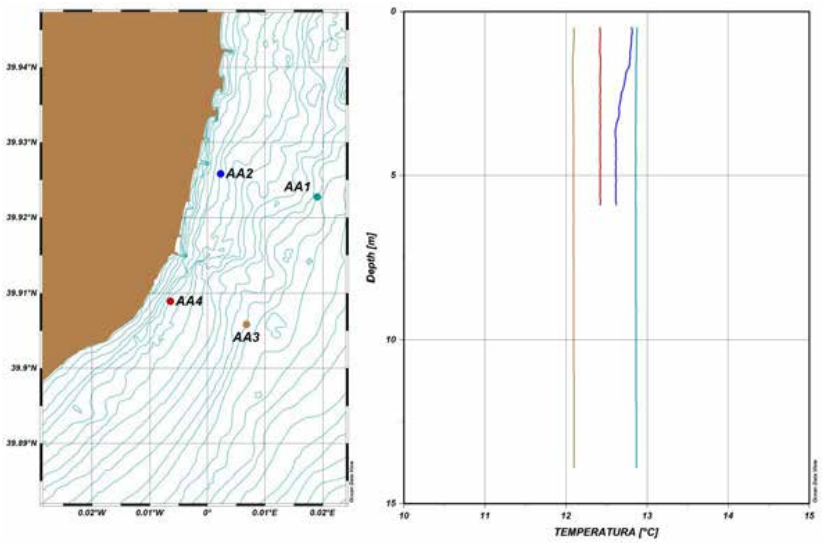
Parámetro	Unidades	Procedimiento
Arsénico disuelto	µg/l As	PEE-GA/365 Método interno
Cadmio disuelto	µg/l Cd	PEE-GA/365 Método interno
Cinc disuelto	µg/l Zn	PEE-GA/365 Método interno
Cobre disuelto	µg/l Cu	PEE-GA/365 Método interno
Cromo (III+ IV) disuelto	µg/l Cr	PEE-GA/365 Método interno
Níquel disuelto	µg/l Ni	PEE-GA/365 Método interno
Plomo disuelto	µg/l Pb	PEE-GA/365 Método interno
Hidrocarburos	mg/l	PEE-GA/375 Método interno
Carbono orgánico total	mg/l C	PEE-GA/350 Método interno
Sólidos en suspensión	mg/l	PEE-GA/456 Método interno

2.2.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados

Los datos obtenidos de las mediciones *in situ*, así como los análisis de laboratorio se han introducido en una base de datos. Para cada estación de muestreo se han reflejado

los datos de localización de esta (código, coordenadas), fecha de muestreo, y los referidos a los resultados, tanto de las mediciones in situ como de los análisis de laboratorio. Con todos los resultados obtenidos se ha procedido al análisis de los datos con la intención de distinguir comportamientos en función de los resultados obtenidos. De tal forma que se han obtenido datos comparativos entre campañas para una misma estación, entre estaciones en una misma campaña, entre los diferentes niveles de muestreo, etc.

Se han representado los gráficos de interpolación espacial con los resultados de los perfiles verticales de medición en continuo de la columna de masa de agua según los transectos verticales realizados en cada uno de los puntos de muestreo.



Representación de los perfiles verticales de medición en continuo de la columna de agua mediante Ocean Data View

Al mismo tiempo se ha realizado un análisis de los resultados mediante el programa Ocean Data View, de tal forma que se ha obtenido una representación espacial de los resultados considerando todas las estaciones en su conjunto y diferenciando por niveles de muestreo.

Con el fin de dotar de significación ambiental a los resultados que se obtienen, se contemplan las siguientes normativas.

- *Apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las*

aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, atendiendo a la tipolgía de la masa de agua costera de la zona de estudio (AMP-T05: Masas de agua de transición costeras muy modificadas por la presencia de puertos y Aguas costeras mediterráneas de renovación baja).

3. RESULTADOS.

3.1. CALIDAD DE SEDIMENTOS.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del análisis de muestras de sedimento en zona sumergida sobre los que se ha aplicado el protocolo analítico de la ITEA. Tal y como se ha comentado en el apartado 2.6, no se ha podido tomar muestra en la estación A5 debido a que las características del fondo imposibilitaron realizar la toma de muestra de sedimento.

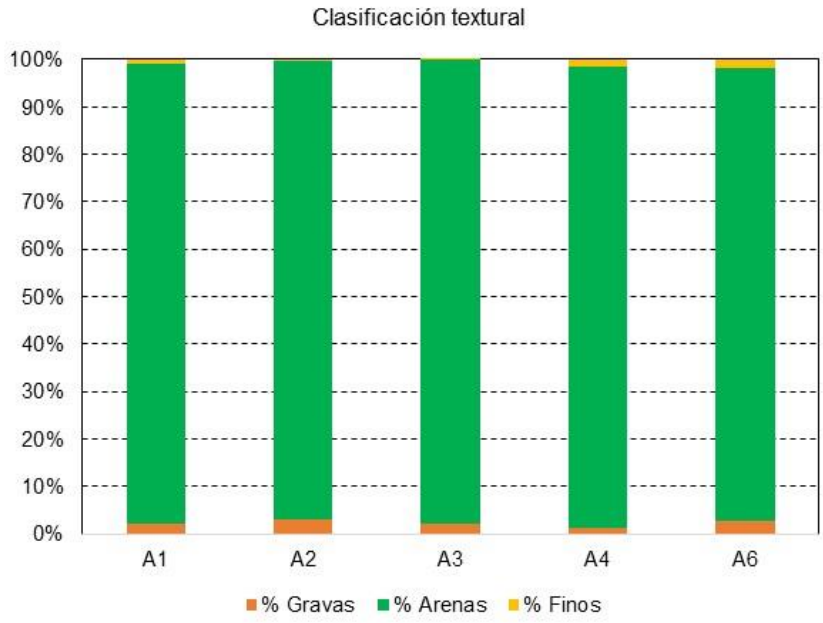
3.1.1. Parámetros físicos

En la siguiente tabla, se resumen los principales resultados del estudio granulométrico realizado y en los puntos siguientes se comentan.

Estación	A1	A2	A3	A4	A6
D50	0.18	0.16	0.23	0.16	0.17
% Gravas	2.07%	3.03%	2.08%	1.21%	2.76%
% Arenas	97.00%	96.73%	97.81%	97.27%	95.44%
% Lutitas	0.93%	0.24%	0.11%	1.52%	1.80%
Clasificación Textural	*ARENA*	*ARENA*	*ARENA*	*ARENA*	*ARENA*

En la figura siguiente se muestran las clases granulométricas derivadas de la distribución porcentual de los tres contingentes granulométricos principales (gravas, arenas y lutitas). En base a la posición de cada muestra dentro del triángulo sedimentario se obtiene la ***Clasificación textural*** de las muestras de sedimento obtenidas en la zona de estudio.

Teniendo en cuenta la distribución porcentual de los tres contingentes granulométricos principales se observa que en todas las estaciones de muestreo la fracción arenosa es la de mayor importancia en el sedimento (2mm > Ø > 0.063mm). De tal forma que la clasificación textural obtenida en las tres muestras es la de *Arenas*.



Distribución porcentual de los tres contingentes texturales de las muestras

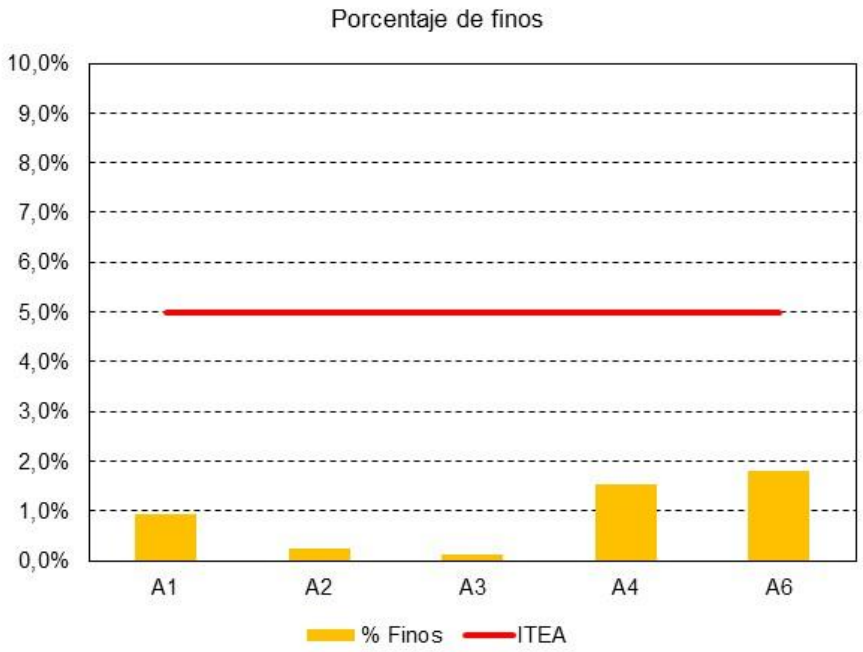
El porcentaje de sedimento grueso (Ø > 2mm) es reducido no mostrándose como un elemento relevante en ninguna de las tres muestras.

Un aspecto relevante en el proceso de caracterización de los sedimentos es conocer el porcentaje finos, entendido éste como el porcentaje de sedimento que sobrepasa el tamiz de 0.063mm. También se conoce como porcentaje de lutitas (fangos + arcillas). En la tabla siguiente se muestra el valor del porcentaje en peso de la fracción inferior a 0.063mm.

Estación	A1	A2	A3	A4	A6
% Lutitas	0.93%	0.24%	0.11%	1.52%	1.80%

Valor del porcentaje de finos en cada muestra.

A partir de los resultados obtenidos se observa que en ninguna de las muestras el valor de finos es superior al 5%, es decir, es superior al valor límite señalado en el artículo 13 de la ITEA.



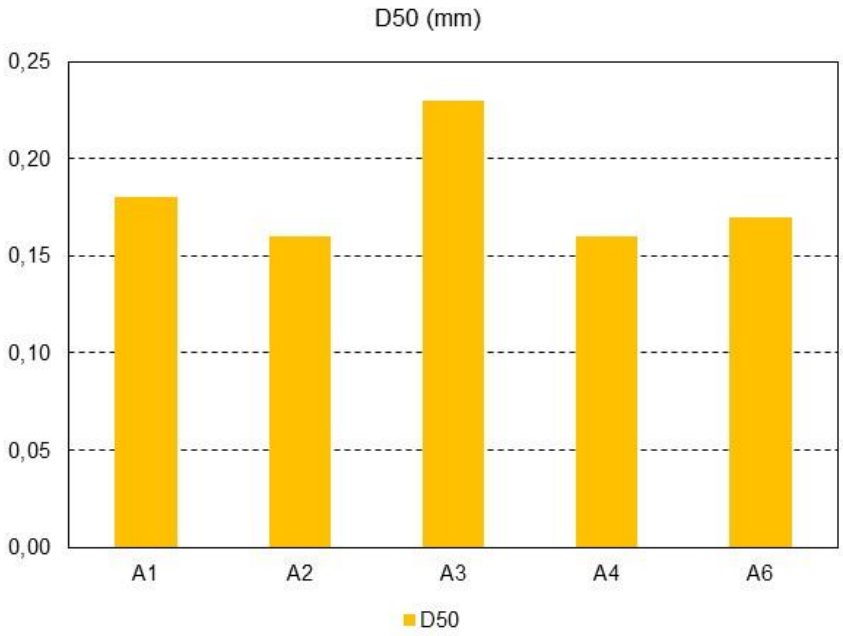
Valores del porcentaje de fracciones lutíticas en las muestras. La línea roja marca el valor límite fijado por la ITEA.

En la tabla y gráficas siguientes se presentan los valores de **D50** en todas las muestras analizadas.

Estación	A1	A2	A3	A4	A6
D50	0.18	0.16	0.23	0.16	0.17

Valores de D50(mm)

Los datos muestran el predominio de las fracciones arenosas y la reducida significación de las fracciones de gravas y lutitas. Dentro de la fracción arenosa, las arenas finas representan los mayores porcentajes. El valor de D50 se sitúa en el intervalo de las arenas finas, pero como se aprecia, este valor se incrementa ligeramente hacia las zonas más exteriores, más expuestas al oleaje.



Distribución espacial de los valores de D50 (mm) de las muestras

3.1.2. Parámetros químicos

3.1.2.1. Metales pesados

En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos para todos los metales analizados.

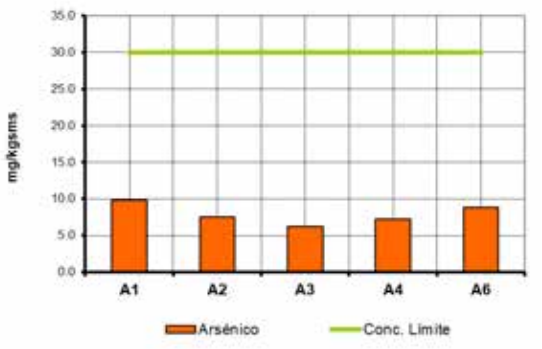
Parámetros	A1	A2	A3	A4	A6
Arsénico	9.79	7.50	6.22	7.19	8.84
Cadmio	0.11	0.070	0.050	0.070	0.110
Cobre	2.05	<2,00	2.56	2.26	2.02
Cromo	6.80	4.60	3.20	4.20	6.30
Mercurio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Níquel	5.80	3.80	2.90	3.90	5.50
Plomo	5.50	3.90	3.30	4.20	4.90
Zinc	20.70	20.90	15.60	16.20	21.90

Resultados de los análisis de metales (mg/kg).

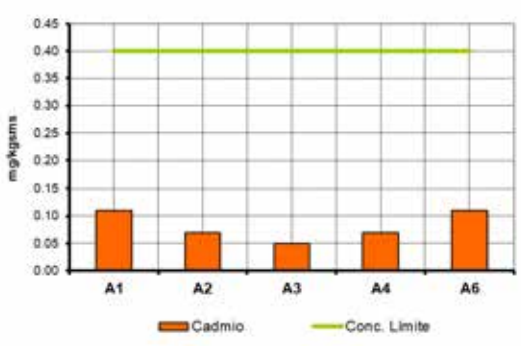
Parámetro	Concentración límite (mg/kg)
Arsénico	30
Cadmio	0.4
Cobre	35
Cromo	100
Níquel	45
Mercurio	0.1
Plomo	45
Zinc	150

Artículo 14 - ITEA2010

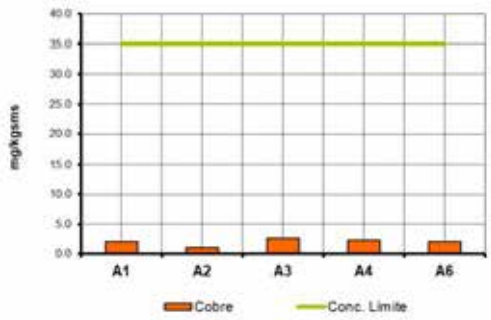
En la representación gráfica individualizada de los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros analizados que se muestran a continuación, se ha marcado también la posición sobre la gráfica del valor correspondiente a las concentraciones límite fijadas en el artículo 14 de la ITEA 2010.



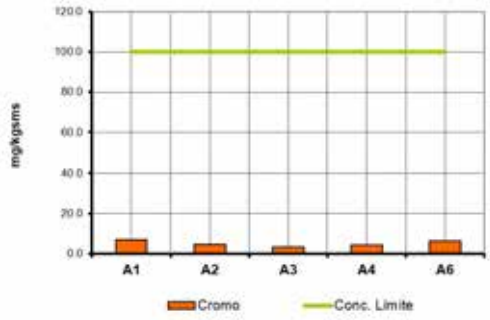
Valores de concentración de Arsénico



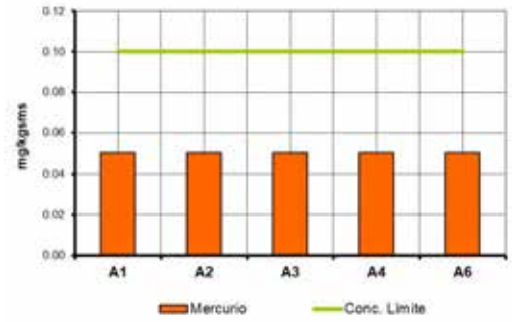
Valores de concentración de Cadmio



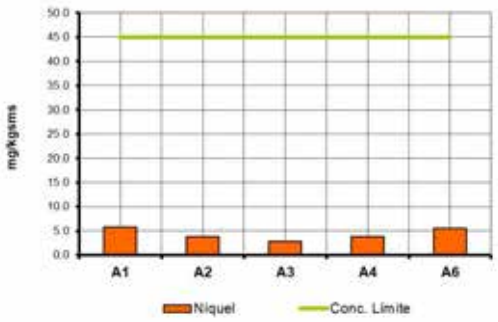
Valores de concentración de Cobre



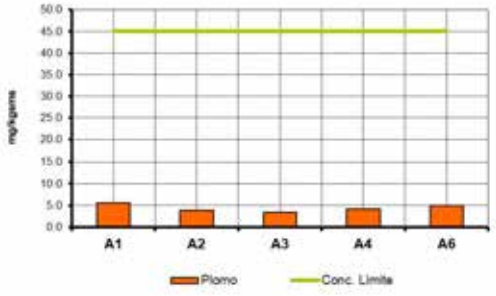
Valores de concentración de Cromo



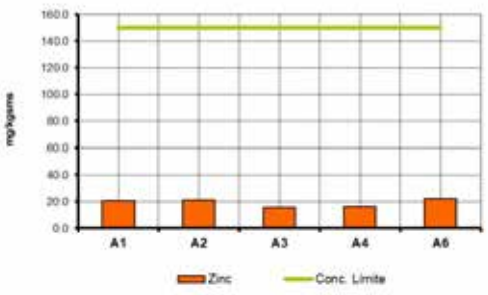
Valores de concentración de Mercurio



Valores de concentración de Níquel



Valores de concentración de Plomo



Valores de concentración de Zinc

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que, considerando las muestras individualmente, en todas ellas se obtienen para todos los parámetros analizados, valores inferiores a los de la concentración límite fijada en el artículo 14 de la ITEA 2010.

Señalar que, para las representaciones gráficas y los cálculos, en aquellos casos en que el valor obtenido para un parámetro determinado ha sido inferior al límite de cuantificación, se ha seguido las instrucciones del artículo 24 punto 3.5.ii de las DCMD, en el sentido de que, en esos casos se utilizará como resultado de la medición, la mitad de ese valor del límite de cuantificación.

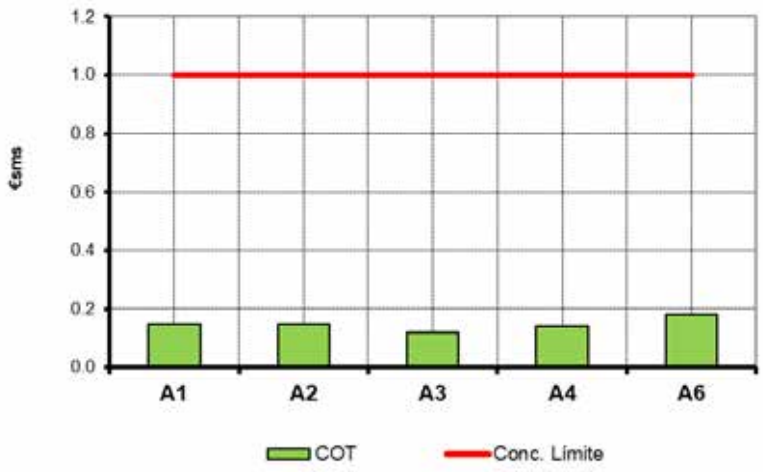
3.1.2.2. Carbono orgánico total (COT)

En lo que respecta al contenido de materia orgánica medido como carbono orgánico total, en la tabla y gráfica siguientes se presentan los resultados obtenidos en cada muestra analizada.

Estación	A1	A2	A3	A4	A6
COT % sms	0.15	0.15	0.12	0.14	0.18

Valores de COT (%sms)

En la gráfica siguiente se ha marcado con una línea roja el valor de concentración límite reflejado en el artículo 14 de la ITEA 2010 y que se corresponde con un valor de COT del 1%.



Valores COT (%sms) de las muestras analizadas

De esta forma se identifica que, todas las muestras presentan un valor menor a ese valor límite de COT.

3.1.3. Parámetros microbiológicos

En el artículo 15 de la ITEA no se establecen valores límite para estos parámetros. En ese artículo únicamente señala que deberá analizarse la presencia/ausencia de contaminación fecal y si los resultados mostraran la presencia de una contaminación significativa de alguno de estos indicadores en el sedimento a extraer, se deberá llevar a cabo estudios microbiológicos complementarios para garantizar la ausencia de patógenos.

A este respecto señalar que para considerar significativa la concentración de patógenos en el sedimento, y a falta de otras referencias, se han utilizado como valores de concentración a comparar los citados en la *Guía metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de las extracciones de arenas para la regeneración de playas*, publicada por el CEDEX en 2004 (en adelante CEDEX2004).

Por otra parte, la proximidad de la zona de dragado a zonas de baño motiva que los parámetros microbiológicos considerados en el análisis hayan sido *Escherichia coli* y Enterococos intestinales por su función de indicadores con los que se valora la calidad de las aguas de baño conforme al RD 1341/2007.

En el anejo 6 se presentan las actas de resultados del análisis efectuado a las muestras analizadas. En la tabla siguiente se presentan los resultados de contaminación microbiológica obtenidos a partir de las muestras analizadas.

Estación	A1	A2	A3	A4	A6
Escherichia coli	<1	<1	<1	<1	<1
Enterococos intestinales	<1	<1	<1	<1	<1

unidad: ufc/gr

Valores de indicadores de contaminación fecal (ufc/gr).

Los valores obtenidos se corresponden con un sedimento exento de contaminación microbiológica, ya que los valores obtenidos son inferiores al límite de detección del procedimiento analítico y por tanto, inferiores al valor de 30ufc/gr fijado en CEDEX2004.

3.2. CALIDAD DE AGUAS MARINAS.

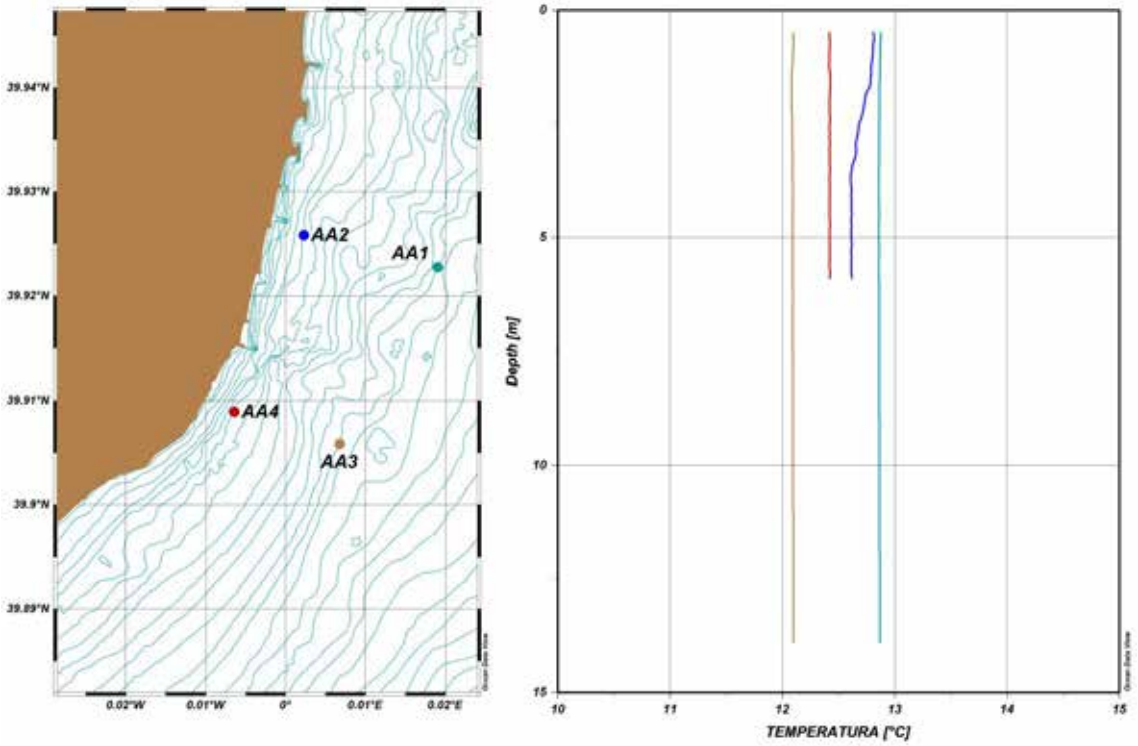
3.2.1. Parámetros in situ

3.2.1.1. Temperatura

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de temperatura obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio.

TEMPERATURA [ºC]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	12,86	12,88	12,87	0,02
AA2	12,61	12,82	12,68	0,21
AA3	12,08	12,10	12,09	0,02
AA4	12,42	12,43	12,42	0,01

Seguidamente se ha obtenido la representación gráfica del comportamiento de la temperatura a la largo de la columna de agua.



Representación gráfica de la temperatura

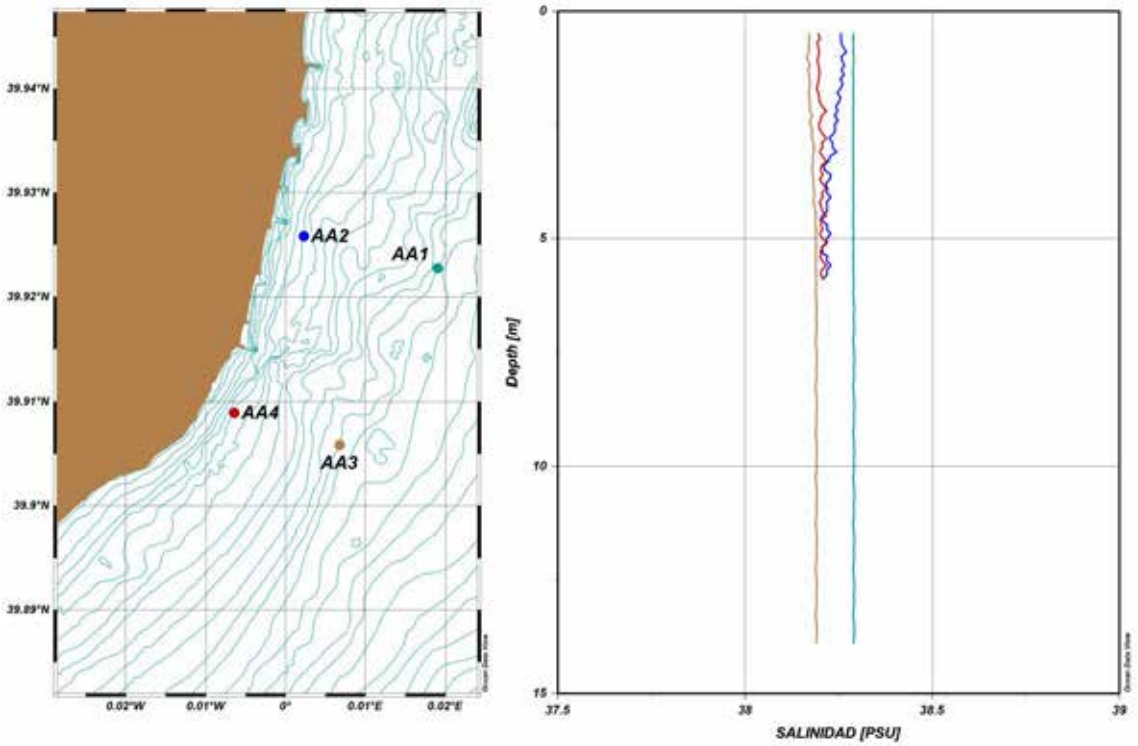
Los perfiles de temperatura evidencian una masa de agua muy homogénea, con valores normales para la zona y época de estudio.

3.2.1.2. Salinidad

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de salinidad obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio.

SALINIDAD [psu]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	38.29	38.29	38.29	0.01
AA2	38.20	38.27	38.23	0.07
AA3	38.17	38.19	38.19	0.03
AA4	38.19	38.22	38.20	0.03

Seguidamente se ha obtenido la representación gráfica del comportamiento de la salinidad a la largo de la columna de agua.



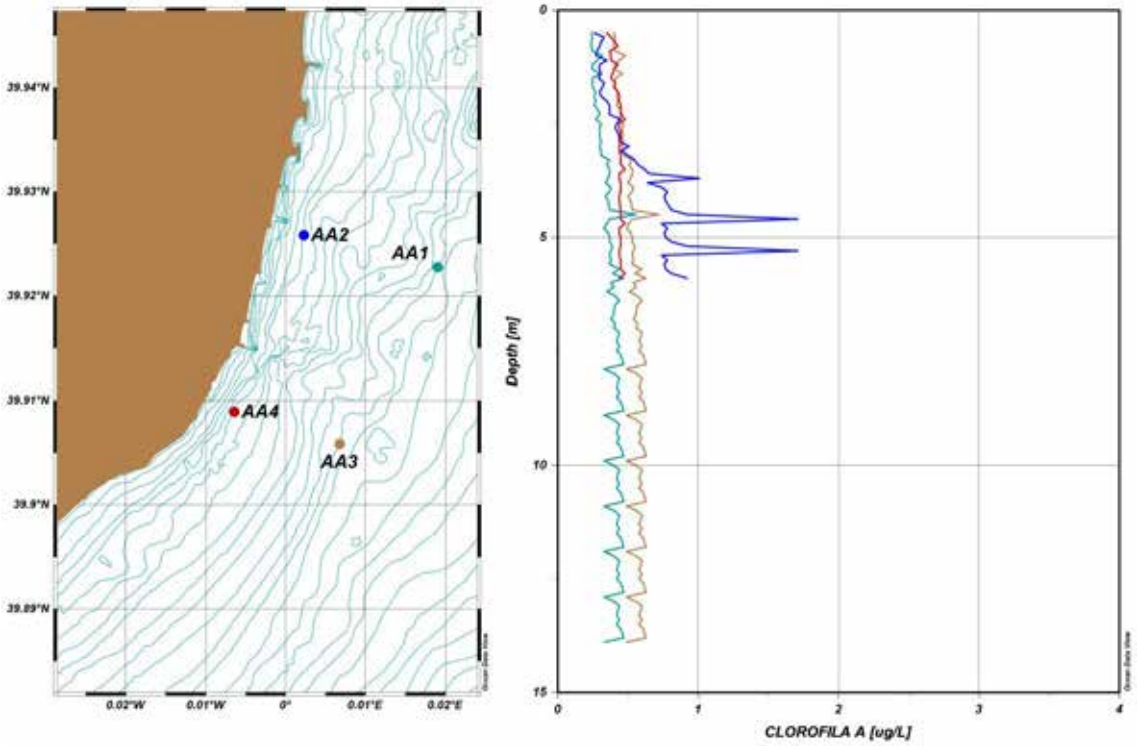
Representación gráfica de la salinidad

El comportamiento de la salinidad, de nuevo evidencia una masa de agua muy homogénea.

3.2.1.3. Clorofila a

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de clorofila a obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio.

CLOROFILA A [ug/l]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	p90	DIFERENCIA
AA1	0.24	0.56	0.38	0.46	0.32
AA2	0.26	1.71	0.59	0.88	1.45
AA3	0.40	0.72	0.54	0.62	0.32
AA4	0.35	0.48	0.44	0.45	0.13



Representación gráfica de la clorofila a

La Clorofila-a es una medida indirecta de la cantidad de organismos vegetales unicelulares que se encuentran en la columna de agua y por tanto una manera de observar una posible eutrofización. Un exceso de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, puede condicionar la proliferación de organismos fotosintéticos, como el fitoplancton. Este aumento de la concentración de organismos planctónicos provoca un desequilibrio ambiental y por tanto posibles impactos negativos sobre el medio marino.

En el Real Decreto 817/2015, para la valoración del elemento de calidad fitoplancton se establece el percentil 90 (P90) de Clorofila-a (µg/l) como parámetro de control. Las condiciones de referencia para la evaluación del elemento de calidad fitoplancton, para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01: *Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas*), son las establecidas

en la Decisión de Intercalibración 2013/480/UE, de 20 de noviembre de 2013, y recogidas en el apartado F del Anexo II del RD 817/2015.

Por tanto, la valoración del elemento biológico fitoplancton, a partir del P_{90} de Clorofila (µg/l), se ha realizado en base a los datos que se muestran en la tabla siguiente:

Indicador	Parámetro	Clorofila a (µg/l)	Ecotipo	Límite Muy bueno/ bueno	Límite bueno/moderado	Límite Moderado/deficiente	Límite Deficiente/malo
Fitoplancton	Biomasa	P_{90} Chl a (µg/l)	ACT-01	2,38	3,58	4,75	5,94

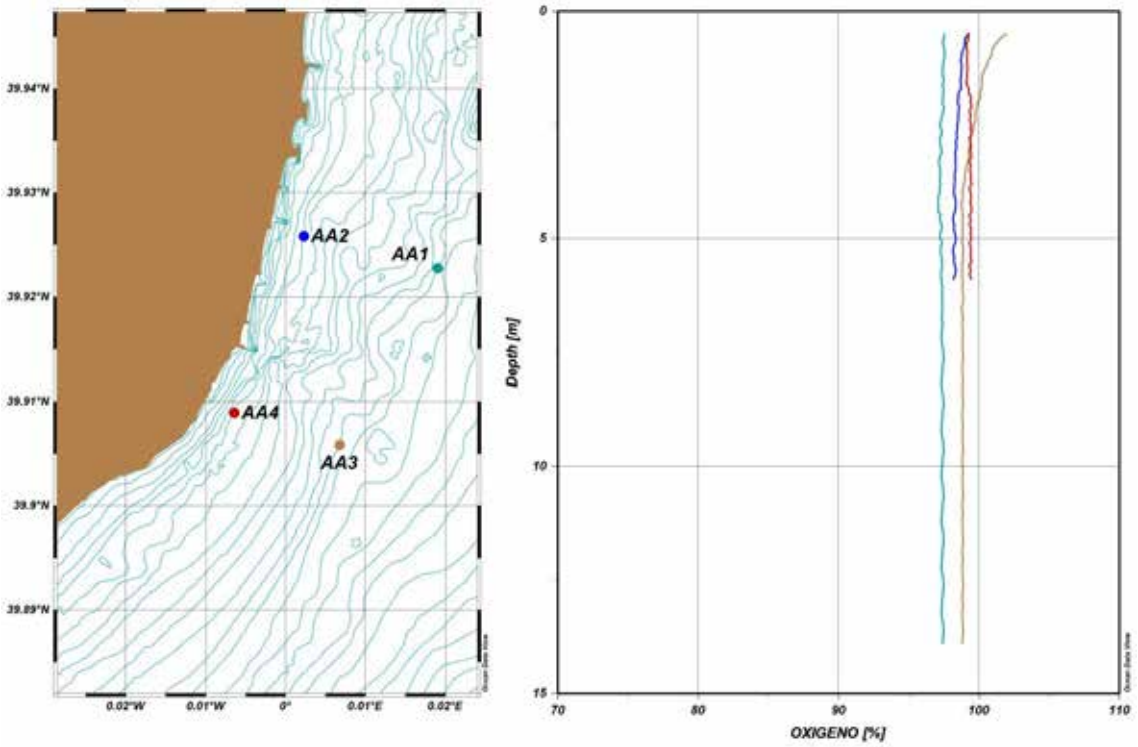
Por lo tanto, atendiendo a los valores de referencia de Clorofila-a establecidos en el apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01), la masa de agua costera de la zona de estudio muestra un Muy buen estado.

3.2.1.4. Oxígeno disuelto

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de oxígeno disuelto obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio.

OXÍGENO [%]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	97.11	97.58	97.38	0.47
AA2	98.14	99.33	98.46	1.19
AA3	98.77	101.96	99.13	3.19
AA4	99.11	99.50	99.35	0.39

Seguidamente se ha obtenido la representación gráfica del comportamiento de la saturación de oxígeno a la largo de la columna de agua.



Representación gráfica de la saturación de oxígeno

Atendiendo al apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01) no se han establecido condiciones de referencia para el parámetro de saturación de oxígeno.

Con el fin de dotar de significación ambiental a los resultados obtenidos, se van a utilizar los valores de referencia establecidos en esta legislación para la tipología de masa de agua costera más próxima, para el caso, AMP-T05: Masas de agua de transición y costeras muy modificadas por la presencia de puertos y Aguas costeras Mediterráneas de renovación baja. Para esta tipología, el valor de referencia se ha establecido en 30% de saturación de oxígeno, con lo cual, la masa de agua muestra un estado Bueno o superior.

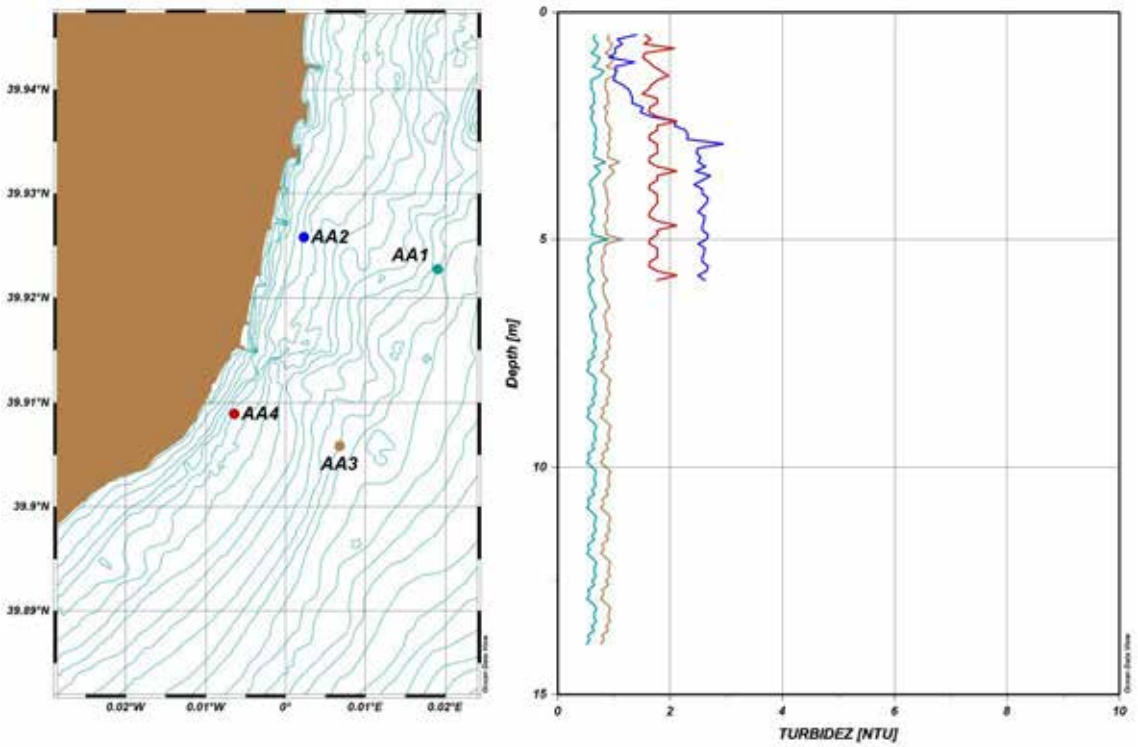
3.2.1.5. Turbidez

A continuación, se adjunta un resumen estadístico de los valores de turbidez obtenidos a lo largo de las estaciones de estudio.

TURBIDEZ [NTU]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA1	0.52	0.90	0.63	0.38
AA2	0.92	2.95	2.07	2.03

TURBIDEZ [NTU]	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA
AA3	0.77	1.15	0.88	0.38
AA4	1.51	2.12	1.74	0.61

Seguidamente se ha obtenido la representación gráfica del comportamiento de la turbidez a lo largo de la columna de agua.



Representación gráfica de la turbidez

Atendiendo al apartado F del Anexo II del Real Decreto 817/2015 para la tipología de la masa de agua costera de la zona de estudio (ACT-01) no se han establecido condiciones de referencia para el parámetro de turbidez.

Con el fin de dotar de significación ambiental a los resultados obtenidos, se van a utilizar los valores de referencia establecidos en esta legislación para la tipología de masa de agua costera más próxima, para el caso, AMP-T05: Masas de agua de transición y costeras muy modificadas por la presencia de puertos y Aguas costeras Mediterráneas de renovación baja. Para esta tipología, el valor de referencia se ha establecido en 12 NTU, con lo cual, la masa de agua muestra un estado Bueno o superior.

3.2.2. Parámetros químicos

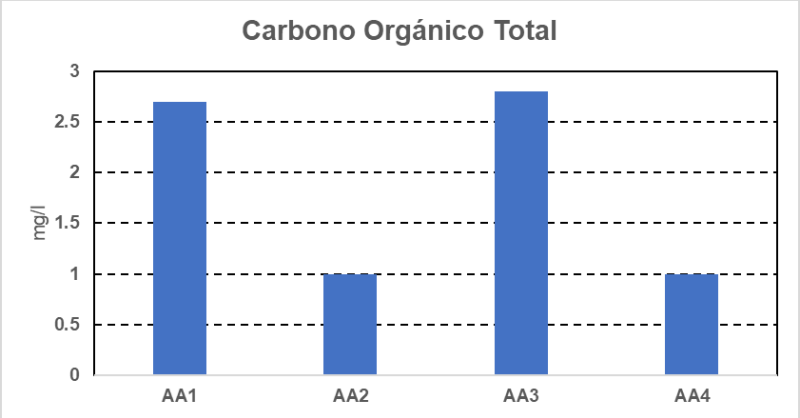
No se ha superado el límite de cuantificación del método analítico empleado en ninguna de las muestras analizadas para los siguientes parámetros.

Parámetro	Unidades	LC
Arsénico disuelto	µg/l As	<0.5
Cadmio disuelto	µg/l Cd	<0.05
Cinc disuelto	µg/l Zn	<5
Cobre disuelto	µg/l Cu	<2
Cromo (III+ IV) disuelto	µg/l Cr	<1
Níquel disuelto	µg/l Ni	<2
Plomo disuelto	µg/l Pb	<1
Hidrocarburos	mg/l	<0.8

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos para el resto de parámetros analizados, así como los principales descriptores estadísticos:

ESTACIONES	Carbono Orgánico Total	Sólidos en suspensión
AA1	2.7	17.9
AA2	1	13.8
AA3	2.8	17.8
AA4	1	18.8
Máximo	2.8	18.8
Mínimo	1	13.8
Promedio	1.88	17.08
Amplitud	1.8	5

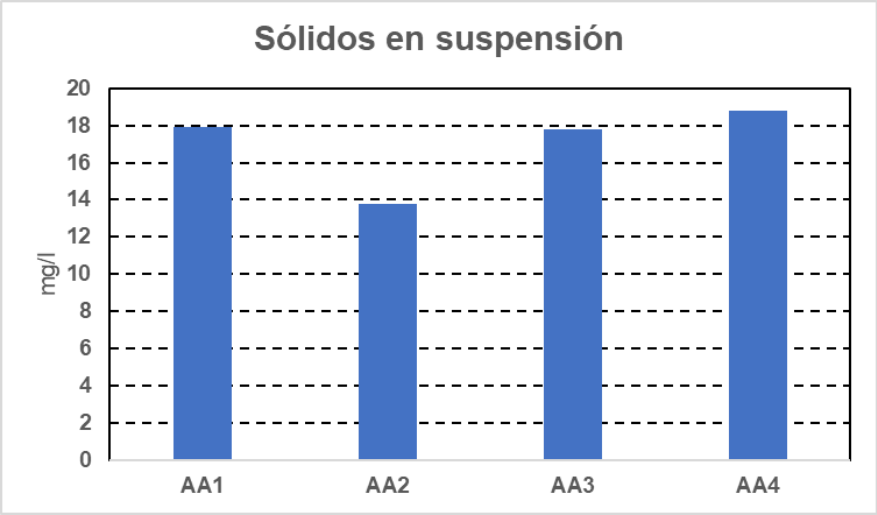
Seguidamente se adjunta la representación gráfica de los resultados obtenidos.



Representación gráfica de la concentración de COT obtenida

Los valores obtenidos muestran una clara diferenciación entre las estaciones costeras (AA2 y AA4) y las estaciones más profundas. Se ha registrado un aumento de más del doble de concentración en las estaciones profundas con respecto a las estaciones costeras.

Por lo que respecta a la concentración de sólidos en suspensión, los valores registrados evidencian una masa de agua muy homogénea, considerándose estos valores como normales para la zona y época de estudio.



Representación gráfica de la concentración de Sólidos en suspensión obtenida

4. EQUIPO DE TRABAJO

Función	Nombre	Titulación
Dirección de los trabajos	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
Responsable Área Medio Marino	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas
		Máster Sanidad Medioambiental
Equipo de laboratorio	Carina Gonzalez Taboas	Lda. Químicas
	Guadalupe Sastre Salas	Lda. CC Biológicas
	Bibiana Pérez Cabo	Lda. Químicas
Equipo de trabajos en medio marino	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo. CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas, Máster Sanidad Medioambiental
	Mar Nieto Pérez	Grado Ciencias del Mar
		Buzo profesional
		Máster Evaluación y Seguimiento de Ecosistemas Marinos y Costeros
	Guadalupe García Blanco	Grado Biología
		Buzo profesional
		Máster en Biología Marina
Equipo trabajo topo-batimetría y GIS	José María Castello Moreno	Técnico Topografía
	Luis Carrasco Lucas	Grado en Ingeniería geomática y topografía
	Feliciano Martínez Gónzalez	Ldo. CC Geológicas
	Miguel Navarro Aranda	Ldo. CC Geológicas
Estudio de Paisaje	Sandra Recio Berenguer	Grado en Geografía y Medio Ambiente
		Máster Gestión recursos hídricos
	Josep Salort Escrivá	Grado en CC Ambientales
Arqueología subacuática	Jorge Blazquez Martínez	Grado en Geografía e Historia
		Máster en Arqueología

5. ANEJOS.

Anejo 1. Informes de ensayo sedimentos marinos. Protocolo ITEA

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/003749**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A1

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
# Mercurio total fraccion arenosa	<0,1	mg/Kg Hg s.m.s.			Ensayo subcontratado
Escherichia coli	<1	ufc/g			PEE-GA/004
Enterococos intestinales	<1	ufc/g			PEE-GA/008
Ecotoxicidad (Vibrio fischeri)	52.616	mg/L			PEE-GA/100
Arsénico fraccion arenosa	9,79	mg/Kg As s.m.s.	25 %		PEE-GA/365
Cadmio total fraccion arenosa	0,11	mg/Kg Cd s.m.s.	17 %		PEE-GA/365
Cinc total fraccion arenosa	20,7	mg/Kg Zn s.m.s.	15 %		PEE-GA/365
Cobre total fraccion arenosa	2,05	mg/Kg Cu s.m.s.	19 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) fraccion arenosa	6,8	mg/Kg Cr s.m.s.	21 %		PEE-GA/365
Niquel total fraccion arenosa	5,8	mg/Kg Ni s.m.s.	24 %		PEE-GA/365
Plomo total fraccion arenosa	5,5	mg/Kg Pb s.m.s.	20 %		PEE-GA/365
# Carbono Orgánico Total fraccion arenosa	0,15	% s.m.s.	15 %		PEE-GA/401
# % ARENAS	97	%	5 %		PEE-GA/489
# % FINOS	0,94	%	5 %		PEE-GA/489
# % GRUESOS	2,1	%	5 %		PEE-GA/489
# CONCENTRACION DE SOLIDOS	1,70	t/m3			PEE-GA/489
# Granulometría inferior a 0,045 mm	0,03	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,045 mm	0,91	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,063 mm	13	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,125 mm	35	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,18 mm	32	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,25 mm	7,2	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,35 mm	3,9	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,5 mm	2,1	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,6 mm	1,2	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,71 mm	1,6	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1 mm	0,85	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1,4 mm	0,68	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 2 mm	1,2	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 4 mm	0,88	%	10 %		PEE-GA/489
# D50	0,18				PEE_GA_489

Observaciones:

Según la norma ISO 8199, los recuentos microbiológicos comprendidos entre 1 y 2 ufc/g (peso investigado) suponen una detección de la presencia del

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro	2023/003749

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino
Fecha toma de muestra: 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A1

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

organismo, y los comprendidos entre 3 y 9 ufc/g (peso investigado) son un número estimativo

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química) - Raquel Sancho Sánchez (Responsable Producción Microbiología)
Firmado en Paterna a 20/03/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/003750**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A2

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
# Mercurio total fraccion arenosa	<0,1	mg/Kg Hg s.m.s.			Ensayo subcontratado
Escherichia coli	<1	ufc/g			PEE-GA/004
Enterococos intestinales	<1	ufc/g			PEE-GA/008
Ecotoxicidad (Vibrio fischeri)	>99000	mg/L			PEE-GA/100
Arsénico fraccion arenosa	7,50	mg/Kg As s.m.s.	25 %		PEE-GA/365
Cadmio total fraccion arenosa	0,07	mg/Kg Cd s.m.s.	17 %		PEE-GA/365
Cinc total fraccion arenosa	20,9	mg/Kg Zn s.m.s.	15 %		PEE-GA/365
Cobre total fraccion arenosa	<2,00	mg/Kg Cu s.m.s.	19 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) fraccion arenosa	4,6	mg/Kg Cr s.m.s.	21 %		PEE-GA/365
Niquel total fraccion arenosa	3,8	mg/Kg Ni s.m.s.	24 %		PEE-GA/365
Plomo total fraccion arenosa	3,9	mg/Kg Pb s.m.s.	20 %		PEE-GA/365
# Carbono Orgánico Total fraccion arenosa	0,15	% s.m.s.	15 %		PEE-GA/401
# % ARENAS	97	%	5 %		PEE-GA/489
# % FINOS	0,24	%	5 %		PEE-GA/489
# % GRUESOS	3,0	%	5 %		PEE-GA/489
# CONCENTRACION DE SOLIDOS	1,70	t/m3			PEE-GA/489
# Granulometría inferior a 0,045 mm	0,06	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,045 mm	0,18	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,063 mm	17	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,125 mm	50	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,18 mm	20	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,25 mm	5,3	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,35 mm	1,6	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,5 mm	0,64	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,6 mm	0,47	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,71 mm	0,84	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1 mm	0,55	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1,4 mm	0,36	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 2 mm	1,02	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 4 mm	2,01	%	10 %		PEE-GA/489
# D50	0,16				PEE_GA_489

Observaciones:

Según la norma ISO 8199, los recuentos microbiológicos comprendidos entre 1 y 2 ufc/g (peso investigado) suponen una detección de la presencia del

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro	2023/003750

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A2

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

organismo, y los comprendidos entre 3 y 9 ufc/g (peso investigado) son un número estimativo

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química) - Raquel Sancho Sánchez (Responsable Producción Microbiología)
Firmado en Paterna a 20/03/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/003751**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A3

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
# Mercurio total fraccion arenosa	<0,1	mg/Kg Hg s.m.s.			Ensayo subcontratado
Escherichia coli	<1	ufc/g			PEE-GA/004
Enterococos intestinales	<1	ufc/g			PEE-GA/008
Ecotoxicidad (Vibrio fischeri)	>99000	mg/L			PEE-GA/100
Arsénico fraccion arenosa	6,22	mg/Kg As s.m.s.	25 %		PEE-GA/365
Cadmio total fraccion arenosa	0,05	mg/Kg Cd s.m.s.	17 %		PEE-GA/365
Cinc total fraccion arenosa	15,6	mg/Kg Zn s.m.s.	15 %		PEE-GA/365
Cobre total fraccion arenosa	2,56	mg/Kg Cu s.m.s.	19 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) fraccion arenosa	3,2	mg/Kg Cr s.m.s.	21 %		PEE-GA/365
Niquel total fraccion arenosa	2,9	mg/Kg Ni s.m.s.	24 %		PEE-GA/365
Plomo total fraccion arenosa	3,3	mg/Kg Pb s.m.s.	20 %		PEE-GA/365
# Carbono Orgánico Total fraccion arenosa	0,12	% s.m.s.	15 %		PEE-GA/401
# % ARENAS	98	%	5 %		PEE-GA/489
# % FINOS	0,10	%	5 %		PEE-GA/489
# % GRUESOS	2,1	%	5 %		PEE-GA/489
# CONCENTRACION DE SOLIDOS	1,70	t/m3			PEE-GA/489
# Granulometría inferior a 0,045 mm	0,03	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,045 mm	0,08	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,063 mm	6,0	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,125 mm	28	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,18 mm	23	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,25 mm	18	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,35 mm	13	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,5 mm	4,5	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,6 mm	2,09	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,71 mm	2,1	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1 mm	0,83	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1,4 mm	0,55	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 2 mm	0,96	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 4 mm	1,13	%	10 %		PEE-GA/489
# D50	0,23				PEE_GA_489

Observaciones:

Según la norma ISO 8199, los recuentos microbiológicos comprendidos entre 1 y 2 ufc/g (peso investigado) suponen una detección de la presencia del

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro	2023/003751

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A3

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

organismo, y los comprendidos entre 3 y 9 ufc/g (peso investigado) son un número estimativo

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química) - Raquel Sancho Sánchez (Responsable Producción Microbiología)
Firmado en Paterna a 20/03/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/003752**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A4

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
# Mercurio total fraccion arenosa	<0,1	mg/Kg Hg s.m.s.			Ensayo subcontratado
Escherichia coli	<1	ufc/g			PEE-GA/004
Enterococos intestinales	<1	ufc/g			PEE-GA/008
Ecotoxicidad (Vibrio fischeri)	>99000	mg/L			PEE-GA/100
Arsénico fraccion arenosa	7,19	mg/Kg As s.m.s.	25 %		PEE-GA/365
Cadmio total fraccion arenosa	0,07	mg/Kg Cd s.m.s.	17 %		PEE-GA/365
Cinc total fraccion arenosa	16,2	mg/Kg Zn s.m.s.	15 %		PEE-GA/365
Cobre total fraccion arenosa	2,26	mg/Kg Cu s.m.s.	19 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) fraccion arenosa	4,2	mg/Kg Cr s.m.s.	21 %		PEE-GA/365
Niquel total fraccion arenosa	3,9	mg/Kg Ni s.m.s.	24 %		PEE-GA/365
Plomo total fraccion arenosa	4,2	mg/Kg Pb s.m.s.	20 %		PEE-GA/365
# Carbono Orgánico Total fraccion arenosa	0,14	% s.m.s.	15 %		PEE-GA/401
# % ARENAS	97	%	5 %		PEE-GA/489
# % FINOS	1,5	%	5 %		PEE-GA/489
# % GRUESOS	1,2	%	5 %		PEE-GA/489
# CONCENTRACION DE SOLIDOS	1,70	t/m3			PEE-GA/489
# Granulometría inferior a 0,045 mm	0,12	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,045 mm	1,4	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,063 mm	17	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,125 mm	44	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,18 mm	24	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,25 mm	8,3	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,35 mm	2,3	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,5 mm	0,59	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,6 mm	0,28	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,71 mm	0,39	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1 mm	0,29	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1,4 mm	0,26	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 2 mm	0,79	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 4 mm	0,42	%	10 %		PEE-GA/489
# D50	0,16				PEE_GA_489

Observaciones:

Según la norma ISO 8199, los recuentos microbiológicos comprendidos entre 1 y 2 ufc/g (peso investigado) suponen una detección de la presencia del

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro	2023/003752

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino
Fecha toma de muestra: 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A4

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

organismo, y los comprendidos entre 3 y 9 ufc/g (peso investigado) son un número estimativo

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química) - Raquel Sancho Sánchez (Responsable Producción Microbiología)
Firmado en Paterna a 20/03/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/003754**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A6

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
# Mercurio total fraccion arenosa	<0,1	mg/Kg Hg s.m.s.			Ensayo subcontratado
Escherichia coli	<1	ufc/g			PEE-GA/004
Enterococos intestinales	<1	ufc/g			PEE-GA/008
Ecotoxicidad (Vibrio fischeri)	>99000	mg/L			PEE-GA/100
Arsénico fraccion arenosa	8,84	mg/Kg As s.m.s.	25 %		PEE-GA/365
Cadmio total fraccion arenosa	0,11	mg/Kg Cd s.m.s.	17 %		PEE-GA/365
Cinc total fraccion arenosa	21,9	mg/Kg Zn s.m.s.	15 %		PEE-GA/365
Cobre total fraccion arenosa	2,02	mg/Kg Cu s.m.s.	19 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) fraccion arenosa	6,3	mg/Kg Cr s.m.s.	21 %		PEE-GA/365
Niquel total fraccion arenosa	5,5	mg/Kg Ni s.m.s.	24 %		PEE-GA/365
Plomo total fraccion arenosa	4,9	mg/Kg Pb s.m.s.	20 %		PEE-GA/365
# Carbono Orgánico Total fraccion arenosa	0,18	% s.m.s.	15 %		PEE-GA/401
# % ARENAS	95	%	5 %		PEE-GA/489
# % FINOS	1,8	%	5 %		PEE-GA/489
# % GRUESOS	2,8	%	5 %		PEE-GA/489
# CONCENTRACION DE SOLIDOS	1,70	t/m3			PEE-GA/489
# Granulometría inferior a 0,045 mm	0,12	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,045 mm	1,7	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,063 mm	17	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,125 mm	40	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,18 mm	16	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,25 mm	13	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,35 mm	6,6	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,5 mm	1,4	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,6 mm	0,71	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 0,71 mm	0,86	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1 mm	0,58	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 1,4 mm	0,40	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 2 mm	0,86	%	10 %		PEE-GA/489
# Granulometría superior a 4 mm	1,93	%	10 %		PEE-GA/489
# D50	0,17				PEE_GA_489

Observaciones:

Según la norma ISO 8199, los recuentos microbiológicos comprendidos entre 1 y 2 ufc/g (peso investigado) suponen una detección de la presencia del

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro	2023/003754

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Sedimento marino **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/105 #
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: A6

Volumen de muestra: 500 G
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 16.03.2023

organismo, y los comprendidos entre 3 y 9 ufc/g (peso investigado) son un número estimativo

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química) - Raquel Sancho Sánchez (Responsable Producción Microbiología)
Firmado en Paterna a 20/03/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE TORRE EN ALMASSORA (CASTELLÓN)

Muestra	**A1**
Fecha	**01/02/2023**
Localización	**Almassora (Castellón)**

COORD (UTM ETRS89 - USO 30)	
x=	
y=	
z =	

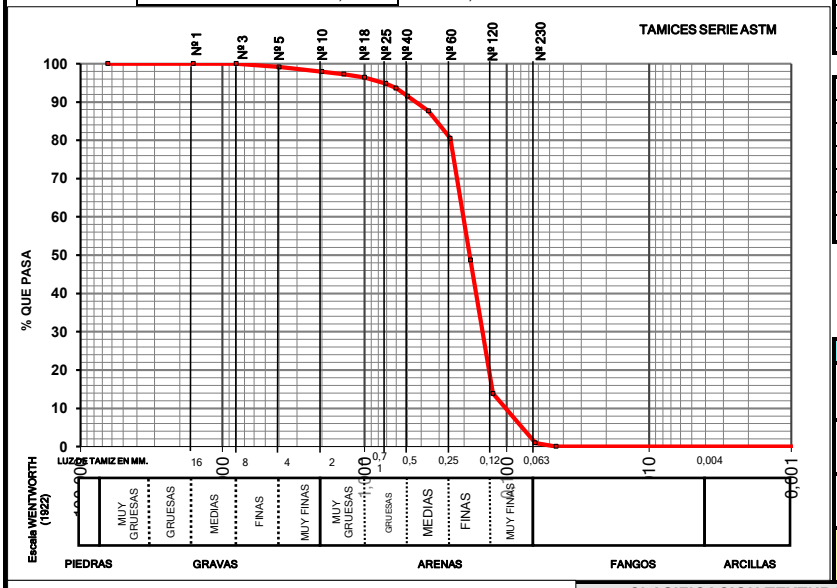
Nº TAMIZ (ASTM)		luz de malla (mm)	muestra (gr)	% RETENCIÓN	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
GJ		64,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GG	1	16,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GM	3	8,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GF	5	4,000	0,88	0,88	0,88	99,12
GMF	10	2,000	1,20	1,19	2,07	97,93
AMG	14	1,400	0,68	0,68	2,74	97,26
AMG	18	1,000	0,85	0,85	3,59	96,41
AG	25	0,710	1,60	1,59	5,18	94,82
AG	30	0,600	1,20	1,19	6,37	93,63
AG	35	0,500	2,10	2,09	8,46	91,54
AM	45	0,355	3,90	3,88	12,34	87,66
AM	60	0,250	7,20	7,16	19,50	80,50
AF	80	0,180	32,00	31,82	51,33	48,67
AF	120	0,125	35,00	34,81	86,14	13,86
AMF	230	0,063	13,00	12,93	99,07	0,93
F/I	<230	0,0450	0,91	0,91	99,97	0,03
F/a	<230	0,0001	0,03	0,03	100,00	0,00
		Total muestra	100,55	100,00		

Mediana:	Arenas Finas
Moda:	Arenas Finas
Tm (mm):	0,202
D_{50}(mm):	**0,18**

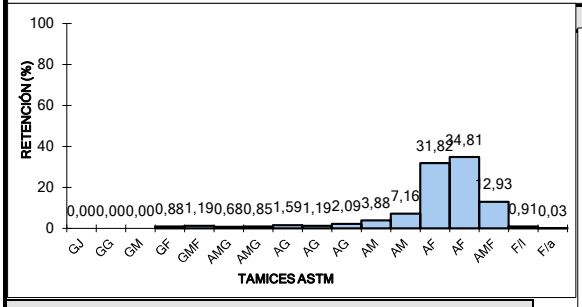
D5(mm):	0,738
D16 (mm):	0,297
D25(mm):	0,236
D_{50}(mm):	0,18
D75(mm):	0,14
D84 (mm):	0,128
D95(mm):	7,81E-02

D5 (phi):	0,44
D16 (phi):	1,75
D25 (phi):	2,08
D50 (phi):	2,45
D75 (phi):	2,83
D84 (phi):	2,97
D95 (phi):	3,68

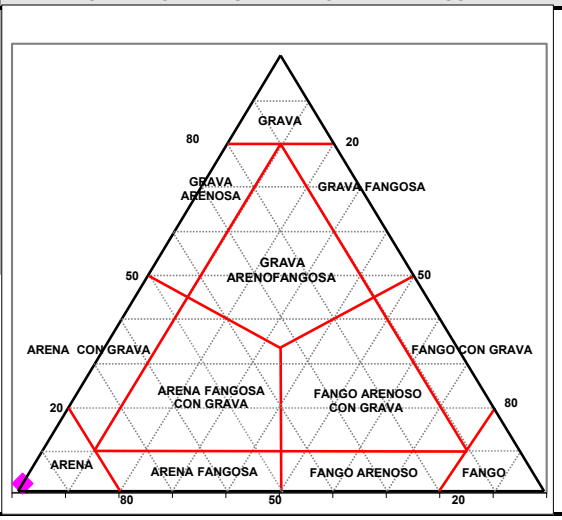
Tm (phi):	2,305
C_s (tn/m^3)	1,70
% finos:	0,030
QD	0,375
IGSD	0,795
Kg	1,771
Ski	-0,200



CATEGORIA	%
GRAVAS (> 2 mm)	2,07
ARENA (2-0,063 mm)	97,00
LUTITAS (< 0,063 mm)	0,93
ARENA	



CLASIFICACION TEXTURAL - DIAGRAMA TRIANGULAR



OBSERVACIONES

gamaser

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE TORRE EN ALMASSORA (CASTELLÓN)

Muestra	**A2**
Fecha	**01/02/2023**
Localización	**Almassora (Castellón)**

COORD (UTM ETRS89 - USO 30)	
x=	
y=	
z =	

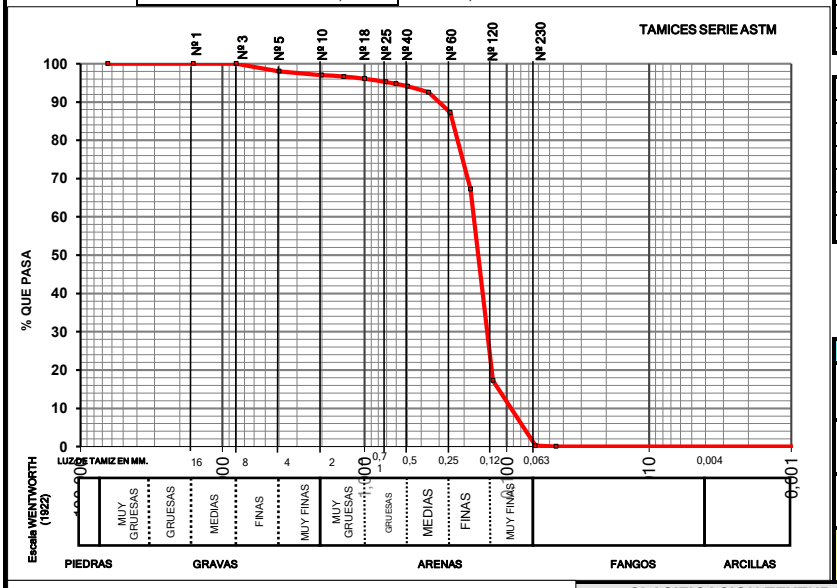
Nº TAMIZ (ASTM)		luz de malla (mm)	muestra (gr)	% RETENCIÓN	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
GJ		64,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GG	1	16,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GM	3	8,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GF	5	4,000	2,01	2,01	2,01	97,99
GMF	10	2,000	1,02	1,02	3,03	96,97
AMG	14	1,400	0,36	0,36	3,39	96,61
AMG	18	1,000	0,55	0,55	3,94	96,06
AG	25	0,710	0,84	0,84	4,78	95,22
AG	30	0,600	0,47	0,47	5,25	94,75
AG	35	0,500	0,64	0,64	5,89	94,11
AM	45	0,355	1,60	1,60	7,49	92,51
AM	60	0,250	5,30	5,30	12,79	87,21
AF	80	0,180	20,00	19,99	32,78	67,22
AF	120	0,125	50,00	49,99	82,77	17,23
AMF	230	0,063	17,00	16,99	99,76	0,24
F/I	<230	0,0450	0,18	0,18	99,94	0,06
F/a	<230	0,0001	0,06	0,06	100,00	0,00
		Total muestra	100,03	100,00		

Mediana:	Arenas Finas
Moda:	Arenas Finas
Tm (mm):	0,172
D_{50}(mm):	**0,16**

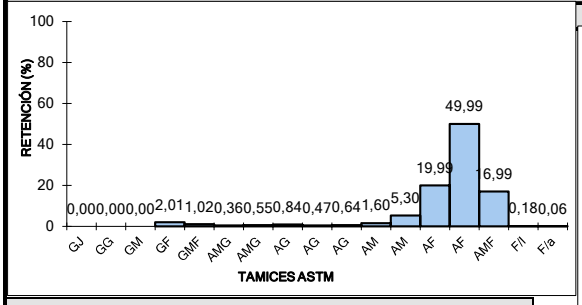
D5(mm):	0,656
D16 (mm):	0,237
D25(mm):	0,205
D_{50}(mm):	0,16
D75(mm):	0,13
D84 (mm):	0,119
D95(mm):	7,63E-02

D5 (phi):	0,61
D16 (phi):	2,08
D25 (phi):	2,29
D50 (phi):	2,66
D75 (phi):	2,92
D84 (phi):	3,07
D95 (phi):	3,71

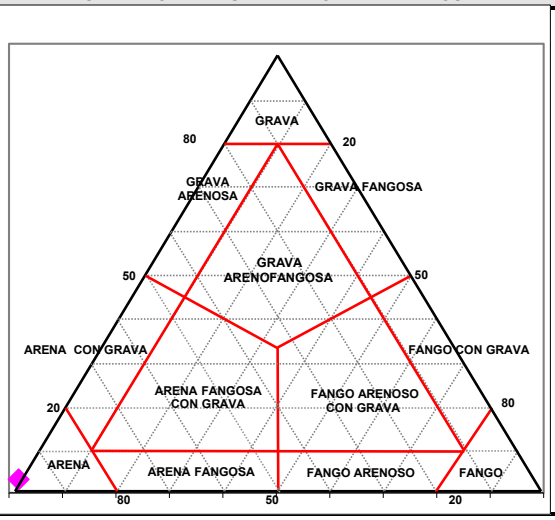
Tm (phi):	2,543
C_s (tn/m^3)	1,70
% finos:	0,060
QD	0,314
IGSD	0,719
Kg	2,023
Ski	-0,241



CATEGORIA	%
GRAVAS (> 2 mm)	3,03
ARENA (2-0,063 mm)	96,73
LUTITAS (< 0,063 mm)	0,24
ARENA	



CLASIFICACION TEXTURAL - DIAGRAMA TRIANGULAR



OBSERVACIONES

gamaser

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE TORRE EN ALMASSORA (CASTELLÓN)

Muestra	**A3**
Fecha	**01/02/2023**
Localización	**Almassora (Castellón)**

COORD (UTM ETRS89 - USO 30)	
x=	
y=	
z =	

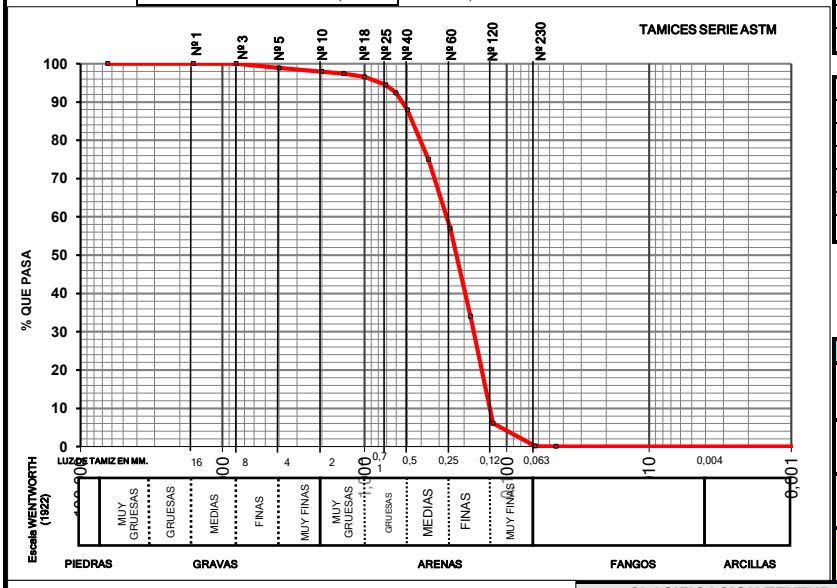
Nº TAMIZ (ASTM)		luz de malla (mm)	muestra (gr)	% RETENCIÓN	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
GJ		64,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GG	1	16,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GM	3	8,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GF	5	4,000	1,13	1,13	1,13	98,87
GMF	10	2,000	0,96	0,96	2,08	97,92
AMG	14	1,400	0,55	0,55	2,63	97,37
AMG	18	1,000	0,83	0,83	3,46	96,54
AG	25	0,710	2,10	2,09	5,56	94,44
AG	30	0,600	2,09	2,08	7,64	92,36
AG	35	0,500	4,50	4,49	12,13	87,87
AM	45	0,355	13,00	12,96	25,09	74,91
AM	60	0,250	18,00	17,95	43,04	56,96
AF	80	0,180	23,00	22,94	65,98	34,02
AF	120	0,125	28,00	27,92	93,91	6,09
AMF	230	0,063	6,00	5,98	99,89	0,11
F/I	<230	0,0450	0,08	0,08	99,97	0,03
F/a	<230	0,0001	0,03	0,03	100,00	0,00
		Total muestra	100,27	100,00		

Mediana:	Arenas Finas
Moda:	Arenas Finas
Tm (mm):	0,273
D_{50}(mm):	**0,23**

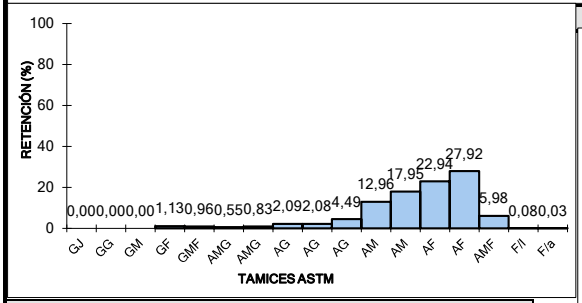
D5(mm):	0,777
D16 (mm):	0,451
D25(mm):	0,356
D_{50}(mm):	0,23
D75(mm):	0,16
D84 (mm):	0,142
D95(mm):	1,10E-01

D5 (phi):	0,36
D16 (phi):	1,15
D25 (phi):	1,49
D50 (phi):	2,14
D75 (phi):	2,64
D84 (phi):	2,81
D95 (phi):	3,18

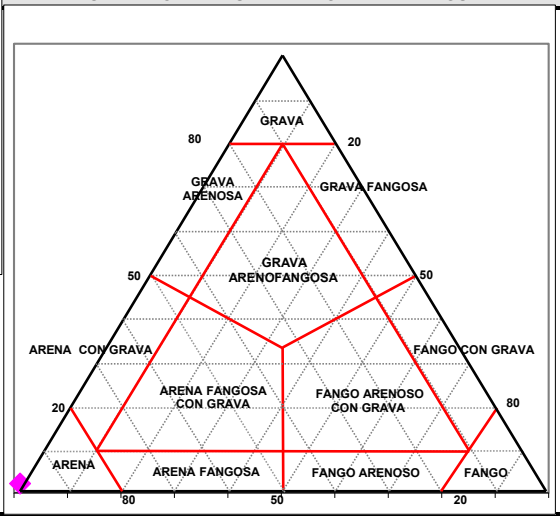
Tm (phi):	1,871
C_s (tn/m^3)	1,70
% finos:	0,030
QD	0,577
IGSD	0,843
Kg	1,001
Ski	-0,230



CATEGORIA	%
GRAVAS (> 2 mm)	2,08
ARENA (2-0,063 mm)	97,81
LUTITAS (< 0,063 mm)	0,11
ARENA	



CLASIFICACION TEXTURAL - DIAGRAMA TRIANGULAR



OBSERVACIONES

gamaser

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE TORRE EN ALMASSORA (CASTELLÓN)

Muestra	**A4**
Fecha	**01/02/2023**
Localización	**Almassora (Castellón)**

COORD (UTM ETRS89 - USO 30)	
x=	
y=	
z =	

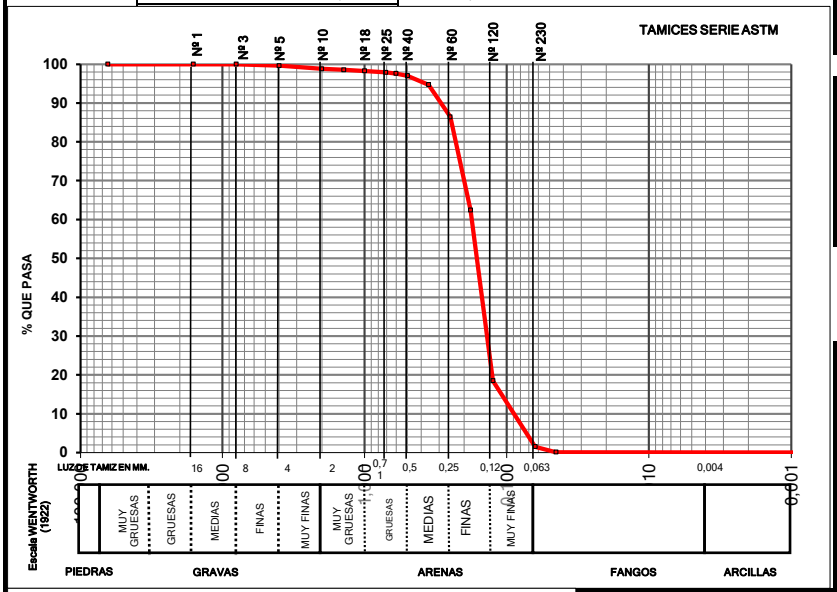
Nº TAMIZ (ASTM)		luz de malla (mm)	muestra (gr)	% RETENCIÓN	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
GJ		64,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GG	1	16,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GM	3	8,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GF	5	4,000	0,42	0,42	0,42	99,58
GMF	10	2,000	0,79	0,79	1,21	98,79
AMG	14	1,400	0,26	0,26	1,47	98,53
AMG	18	1,000	0,29	0,29	1,76	98,24
AG	25	0,710	0,39	0,39	2,15	97,85
AG	30	0,600	0,28	0,28	2,43	97,57
AG	35	0,500	0,59	0,59	3,02	96,98
AM	45	0,355	2,30	2,30	5,31	94,69
AM	60	0,250	8,30	8,29	13,60	86,40
AF	80	0,180	24,00	23,97	37,57	62,43
AF	120	0,125	44,00	43,94	81,51	18,49
AMF	230	0,063	17,00	16,98	98,48	1,52
F/I	<230	0,0450	1,40	1,40	99,88	0,12
F/a	<230	0,0001	0,12	0,12	100,00	0,00
		Total muestra	100,14	100,00		

Mediana:	Arenas Finas
Moda:	Arenas Finas
Tm (mm):	0,172
D_{50}(mm):	**0,16**

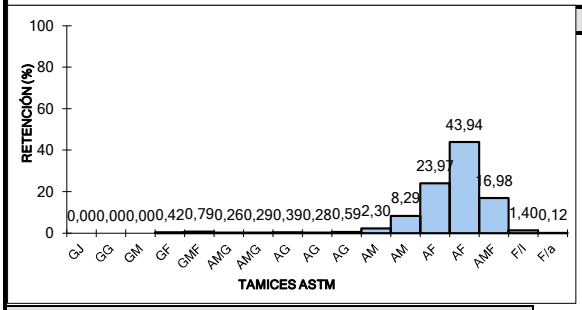
D5(mm):	0,372
D16 (mm):	0,242
D25(mm):	0,214
D_{50}(mm):	0,16
D75(mm):	0,13
D84 (mm):	0,113
D95(mm):	7,25E-02

D5 (phi):	1,43
D16 (phi):	2,05
D25 (phi):	2,23
D50 (phi):	2,62
D75 (phi):	2,92
D84 (phi):	3,15
D95 (phi):	3,79

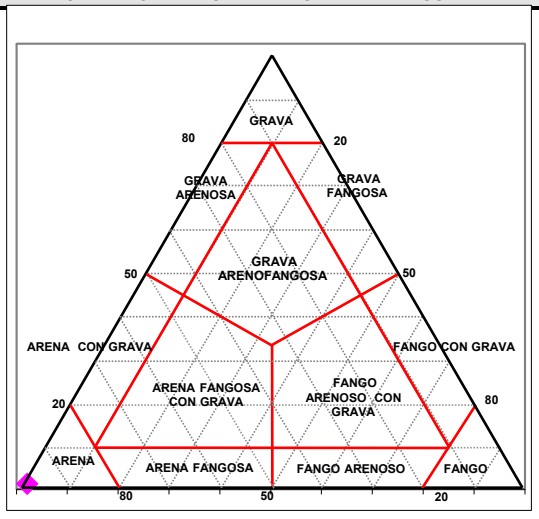
Tm (phi):	2,536
C_s (tn/m^3)	1,70
% finos:	0,120
QD	0,348
IGSD	0,632
Kg	1,388
Ski	-0,031



CATEGORIA	%
GRAVAS (> 2 mm)	1,21
ARENA (2-0,063 mm)	97,27
LUTITAS (< 0,063 mm)	1,52
ARENA	



CLASIFICACION TEXTURAL - DIAGRAMA TRIANGULAR



OBSERVACIONES

gamaser

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE TORRE EN ALMASSORA (CASTELLÓN)

Muestra	**A6**
Fecha	**01/02/2023**
Localización	**Almassora (Castellón)**

COORD (UTM ETRS89 - USO 30)	
x=	
y=	
z =	0

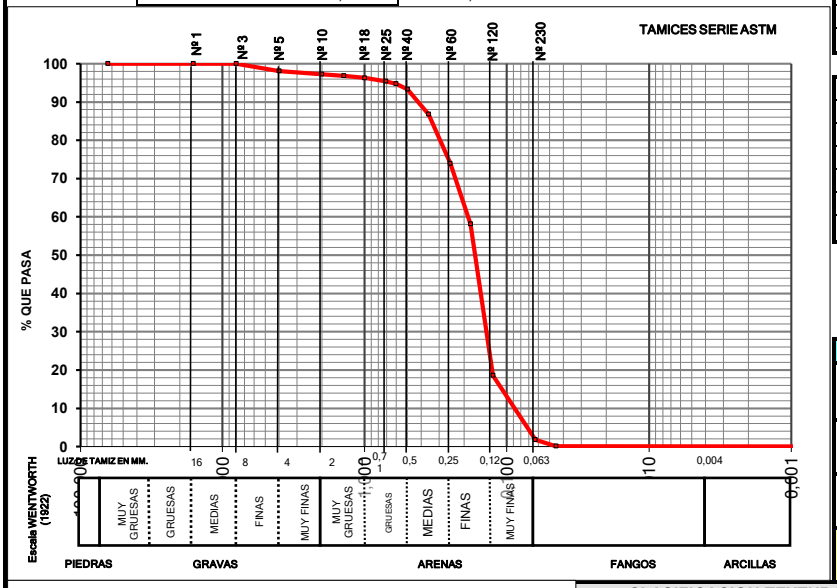
Nº TAMIZ (ASTM)		luz de malla (mm)	muestra (gr)	% RETENCIÓN	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
GJ		64,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GG	1	16,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GM	3	8,000	0,00	0,00	0,00	100,00
GF	5	4,000	1,93	1,91	1,91	98,09
GMF	10	2,000	0,86	0,85	2,76	97,24
AMG	14	1,400	0,40	0,40	3,15	96,85
AMG	18	1,000	0,58	0,57	3,73	96,27
AG	25	0,710	0,86	0,85	4,58	95,42
AG	30	0,600	0,71	0,70	5,28	94,72
AG	35	0,500	1,40	1,38	6,66	93,34
AM	45	0,355	6,60	6,52	13,19	86,81
AM	60	0,250	13,00	12,85	26,04	73,96
AF	80	0,180	16,00	15,82	41,85	58,15
AF	120	0,125	40,00	39,54	81,40	18,60
AMF	230	0,063	17,00	16,81	98,20	1,80
F/I	<230	0,0450	1,70	1,68	99,88	0,12
F/a	<230	0,0001	0,12	0,12	100,00	0,00
		Total muestra	101,16	100,00		

Mediana:	Arenas Finas
Moda:	Arenas Finas
Tm (mm):	0,203
D_{50}(mm):	**0,17**

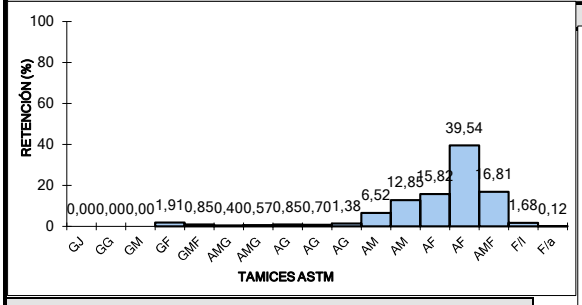
D5(mm):	0,641
D16 (mm):	0,329
D25(mm):	0,257
D_{50}(mm):	0,17
D75(mm):	0,13
D84 (mm):	0,112
D95(mm):	7,18E-02

D5 (phi):	0,64
D16 (phi):	1,60
D25 (phi):	1,96
D50 (phi):	2,58
D75 (phi):	2,91
D84 (phi):	3,15
D95 (phi):	3,80

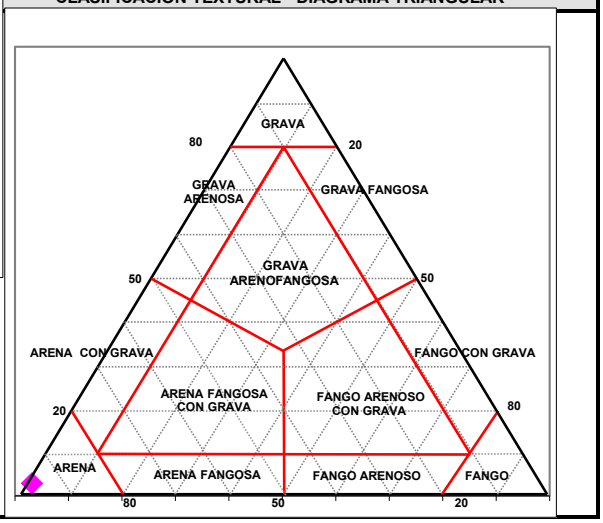
Tm (phi):	2,302
C_s (tn/m^3)	1,70
% finos:	0,119
QD	0,478
IGSD	0,866
Kg	1,355
Ski	-0,246



CATEGORIA	%
GRAVAS (> 2 mm)	2,76
ARENA (2-0,063 mm)	95,44
LUTITAS (< 0,063 mm)	1,80
ARENA	



CLASIFICACION TEXTURAL - DIAGRAMA TRIANGULAR



OBSERVACIONES

gamaser

Anejo 2. Informes de ensayo aguas marinas

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/007504**

Datos del destinatario **B98711997**

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Agua de mar **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023 16:40:00
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/102
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: AA1

Volumen de muestra: 2 L
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 13.02.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
Carbono Orgánico Total	2,7	mg/l C	15 %		PEE-GA/350
Arsénico disuelto	<0,5	µg/l As	21 %		PEE-GA/365
Cadmio disuelto	<0,050	µg/l Cd	20 %		PEE-GA/365
Cinc disuelto	<5	µg/l Zn	18 %		PEE-GA/365
Cobre disuelto	<2	µg/l Cu	20 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) disuelto	<1	µg/l Cr	21 %		PEE-GA/365
Niquel disuelto	<1	µg/l Ni	22 %		PEE-GA/365
Plomo disuelto	<1	µg/l Pb	21%		PEE-GA/365
Hidrocarburos	<0,8	mg/l	23 %		PEE-GA/375
Solidos en Suspensión	17,9	mg/l	12 %		PEE-GA/456

Observaciones:

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química)
Firmado en Paterna a 14/02/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/007505**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Agua de mar **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023 16:20:00
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/102
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: AA2

Volumen de muestra: 2 L
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 13.02.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
Carbono Orgánico Total	1,0	mg/l C	15 %		PEE-GA/350
Arsénico disuelto	<0,5	µg/l As	21 %		PEE-GA/365
Cadmio disuelto	<0,050	µg/l Cd	20 %		PEE-GA/365
Cinc disuelto	<5	µg/l Zn	18 %		PEE-GA/365
Cobre disuelto	<2	µg/l Cu	20 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) disuelto	<1	µg/l Cr	21 %		PEE-GA/365
Niquel disuelto	<1	µg/l Ni	22 %		PEE-GA/365
Plomo disuelto	<1	µg/l Pb	21%		PEE-GA/365
Hidrocarburos	<0,8	mg/l	23 %		PEE-GA/375
Solidos en Suspensión	13,8	mg/l	12 %		PEE-GA/456

Observaciones:

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química)
Firmado en Paterna a 14/02/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/007506**

Datos del destinatario	B98711997

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Agua de mar **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023 16:00:00
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/102
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: AA3

Volumen de muestra: 2 L
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 02.02.2023 **Fecha final análisis:** 13.02.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
Carbono Orgánico Total	2,8	mg/l C	15 %		PEE-GA/350
Arsénico disuelto	<0,5	µg/l As	21 %		PEE-GA/365
Cadmio disuelto	<0,050	µg/l Cd	20 %		PEE-GA/365
Cinc disuelto	<5	µg/l Zn	18 %		PEE-GA/365
Cobre disuelto	<2	µg/l Cu	20 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) disuelto	<1	µg/l Cr	21 %		PEE-GA/365
Niquel disuelto	<1	µg/l Ni	22 %		PEE-GA/365
Plomo disuelto	<1	µg/l Pb	21%		PEE-GA/365
Hidrocarburos	<0,8	mg/l	23 %		PEE-GA/375
Solidos en Suspensión	17,8	mg/l	12 %		PEE-GA/456

Observaciones:

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química)
Firmado en Paterna a 14/02/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Registro **2023/007507**

Datos del destinatario **B98711997**

INGENIERÍA AVANZADA DE OBRAS MARÍTIMAS, S.L.
C/ Maximiliano Thous, 20, 1º, B
46009 Valencia (España)
DNI/PASAPORTE B98711997

Datos de la muestra

Tipo de muestra: Agua de mar **Fecha toma de muestra:** 01.02.2023 16:00:00
Tipo de toma de muestra: Simple, PEV-GA/102
Realizada por: Gamaser
Ref./punto de toma de muestra: AA4

Volumen de muestra: 2 L
Fecha recepción de muestra: 02.02.2023 **Fecha inicio análisis:** 06.02.2023 **Fecha final análisis:** 13.02.2023

Parámetros	Resultados	Unidades	Incert.	V.P.	Método Ensayo
Carbono Orgánico Total	1,0	mg/l C	15 %		PEE-GA/350
Arsénico disuelto	<0,5	µg/l As	21 %		PEE-GA/365
Cadmio disuelto	<0,050	µg/l Cd	20 %		PEE-GA/365
Cinc disuelto	<5	µg/l Zn	18 %		PEE-GA/365
Cobre disuelto	<2	µg/l Cu	20 %		PEE-GA/365
Cromo (III + VI) disuelto	<1	µg/l Cr	21 %		PEE-GA/365
Niquel disuelto	<1	µg/l Ni	22 %		PEE-GA/365
Plomo disuelto	<1	µg/l Pb	21%		PEE-GA/365
Hidrocarburos	<0,8	mg/l	23 %		PEE-GA/375
Solidos en Suspensión	18,8	mg/l	12 %		PEE-GA/456

Observaciones:

Este informe afecta exclusivamente a la muestra sometida a ensayo.
Dicho informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de Gamaser S.L.
Las incertidumbres corresponden a su máximo valor en el intervalo de medida. Las no indicadas en el Informe de Ensayo están a disposición del cliente.

Ensayos realizados en Paterna y validados por: Bibiana Perez Cabo (Responsable Producción Físico-Química)
Firmado en Paterna a 14/02/2023

Reg. Merc. Valencia Tomo 4954, Libro 2262 Sec.Gral., Folio 159 de la Secc. 8ª, Hoja V-36096. General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. - C.I.F. B-96315577.

ANEJO 3.2: ESTUDIO DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 POBLACIÓN 1

3 ESTRUCTURA PRODUCTIVA 3

4 PESCA Y ACUICULTURA 4

4.1 Situación General 4

4.2 Protección de los recursos pesqueros 6

4.3 La pesca en las cercanías del municipio de Almazora 7

4.4 La acuicultura en el municipio de Almazora 10

4.5 Marisqueo 10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cifras oficiales de población del municipio de Almazora. 1

Figura 2. Pirámide poblacional del municipio de Almazora. 2

Figura 3. Pirámide poblacional de la provincia de Castellón 2

Figura 4. Empresas adscritas a la seguridad social por sector productivo (31/03/2022) 3

Figura 5. Afiliaciones a la seguridad social (izquierda) y paro registrado (derecha) 3

Figura 6. Capturas pesqueras desembarcadas en los puertos de la Comunidad Valenciana. Fuente: Portal Agrari GVA, elaboración propia 4

Figura 7. Flota pesquera de la Comunidad Valenciana por tipo de arte de pesca para el año 2022. Fuente: Portal Agrari GVA. Elaboración propia. 5

Figura 8. Distribución de las modalidades de pesca en función de la cercanía a la costa y la profundidad. 5

Figura 9. Producción de acuicultura en la Comunidad Valenciana por especie. Fuente: Portal agrari GVA. 6

Figura 10. Localización de los arrecifes artificiales de Burriana y Benicásim II (polígonos verdes) 7

Figura 11. Capturas pesqueras desembarcadas en el puerto de Castellón de la Plana. Fuente: Portal Agrari GVA, elaboración propia 8

Figura 12. Flota pesquera de Castellón por tipo de arte de pesca para el año 2022. Fuente: Portal Agrari GVA. Elaboración propia. 8

Figura 13. Capturas más abundantes en el Puerto de Castellón. Fuente: UPV. 9

Figura 14. Localización del caladeros tradicional cercano. Fuente: IOE. 9

Figura 15. Localización instalaciones de acuicultura. Fuente: Visor Acuivisor. MAPAMA. 10

1 INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se pretende realizar una caracterización somera del estado socio-económico del municipio de Almazora, analizándose las características de su población y actividad económica.

2 POBLACIÓN

El municipio de Almazona abarca una extensión 32,97 km^2 y contaba con una población a fecha 1 de enero de 2022 de 27.383 habitantes[1]. La densidad de población es de 830,54 habitantes / Km^2, muy superior a la media provincial, cifrada en 88,52 habitantes / Km^2.

El crecimiento de la población entre 1996 y 2022 ha sido normalmente creciente. Presentando un crecimiento claro hasta 2013 para posteriormente descender ligeramente y estabilizarse en unos 25.500 habitantes. En los últimos años la población ha aumentado hasta los 27.383 habitantes del año 2022, dato que marca un máximo histórico y que comparándolo con el inicio de la serie en 1996 con 16.306 hab se trata de un incremento muy importante. Este crecimiento puede ser explicado por las migraciones y el desarrollo del municipio con la consecuente atracción de población.

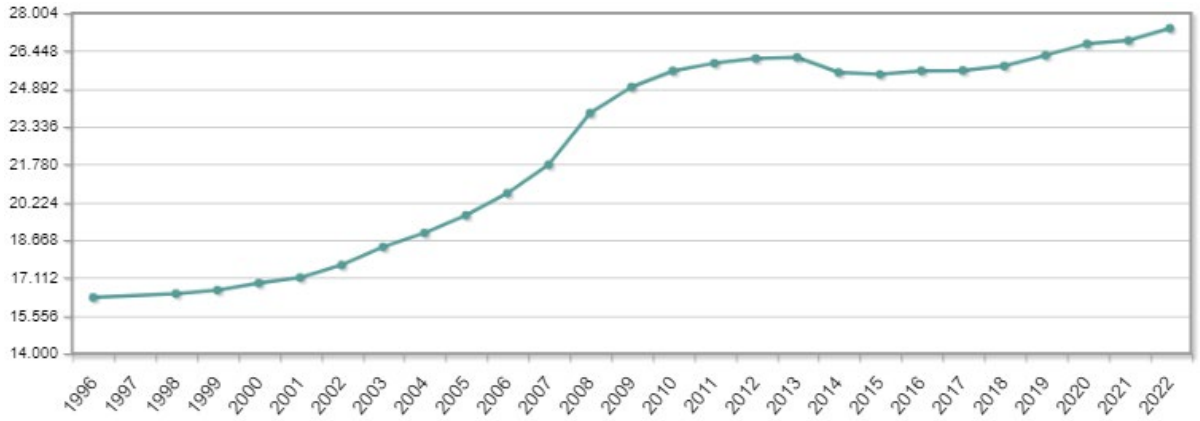


Figura 1. Cifras oficiales de población del municipio de Almazora.

[1] Instituto Nacional de Estadística (INE)

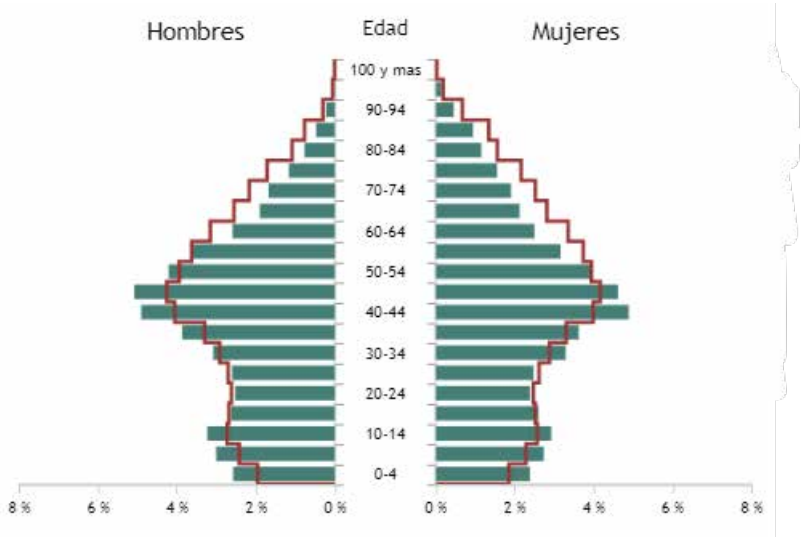


Figura 2. Pirámide poblacional del municipio de Almazora.

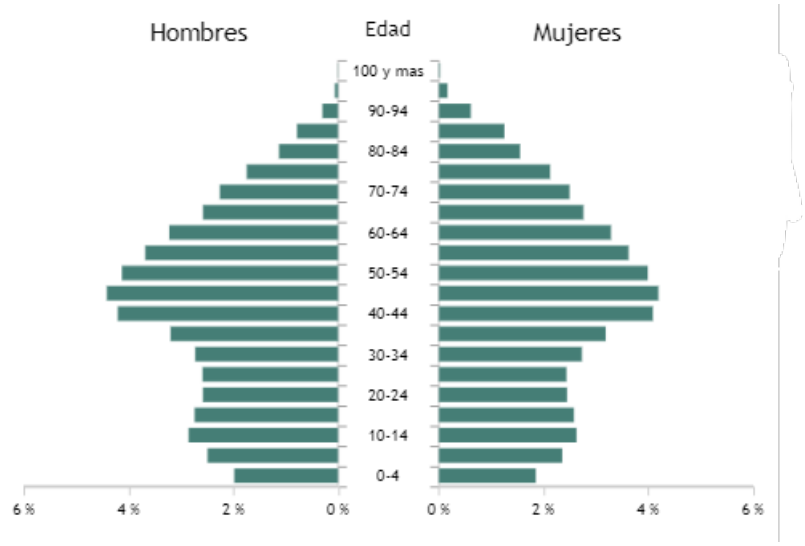


Figura 3. Pirámide poblacional de la provincia de Castellón

En cuanto a la estructura poblacional, se trata de una población menos envejecida que la media nacional y la provincial como puede observarse tanto en la Figura 2. (donde se compara la pirámide del municipio con la media nacional) como en la Figura 3. (que muestra la pirámide poblacional provincial). Predomina la población en edad adulta, entre los 40 y 60 años, y un porcentaje de gente joven sensiblemente inferior. Este tipo de pirámides consideradas como pirámides regresivas son muestras de una población en la que la natalidad ha descendido en los últimos años y presentará un envejecimiento de la población en los próximos años. Este tipo de pirámides es habitual de países o poblaciones desarrollados con una esperanza de vida alta.

3 ESTRUCTURA PRODUCTIVA

El sector terciario es el más predominante entre las empresas del municipio. En 2022, como se puede ver en la Figura 4. , el 65,78% de las empresas que estaban inscritas en la SS dedicaban su actividad al sector Servicios. Dentro de dicho sector, en base a los datos proporcionados por el INE para el año 2022, el 50,35% de empresas activas se dedican al comercio, transporte y hostelería, seguido por aquellas dedicas a actividades profesionales y técnicas con el 15,55%. Estos datos reflejan el importante peso del turismo en cuanto a la estructura productiva del municipio.

En otros sectores encontramos el sector agrícola como de menor importancia en términos relativos con un 1,96% de las empresas inscritas en la seguridad social siendo de este sector. El tipo de cultivo claramente predominante es el de los cítricos, siendo la superficie de cultivo a fecha del 31 de diciembre de 2020 del 96,5%.

En cuanto a la industria, entorno a un 19,35% de las empresas se dedican a estas actividades. Esto denota que la industria también tiene un peso importante en la economía del municipio. Por otra parte, la construcción abarca el 12,94 % de las empresas inscritas a la Seguridad Social.

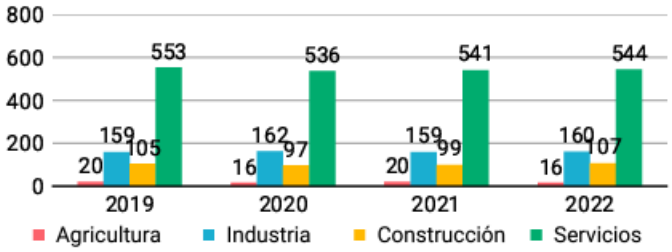


Figura 4. Empresas adscritas a la seguridad social por sector productivo (31/03/2022)

En cuanto a la situación económica del municipio, se evidencia un leve crecimiento tanto en mujeres como en hombres de los afiliados a la Seguridad Social. Por otra parte, el paro en el año 2022 ha disminuido considerablemente.

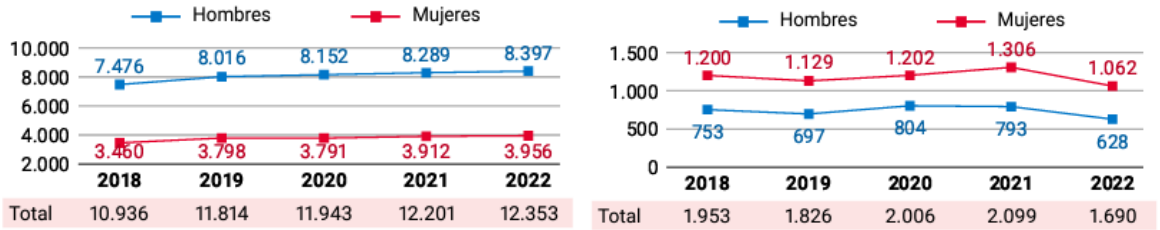


Figura 5. Afiliaciones a la seguridad social (izquierda) y paro registrado (derecha)

4 PESCA Y ACUICULTURA

La situación de los recursos pesqueros del área de actuación se efectúa a través de diversas fuentes, como los datos proporcionados por la Generalitat Valenciana en su "Portal Agrari", el visor cartográfico del Instituto Español de Oceanografía (IEO), el AcuiVisor (del MAPAMA), y el visor de Información Geográfica Marina (del MITECO).

4.1 Situación General

En 2022, la pesca extractiva desembarcada en puertos de la comunidad Valenciana fue de 17.233,4 toneladas, siguiendo la tendencia descendente con respecto a años anteriores tal y como se observa en la Figura 6.

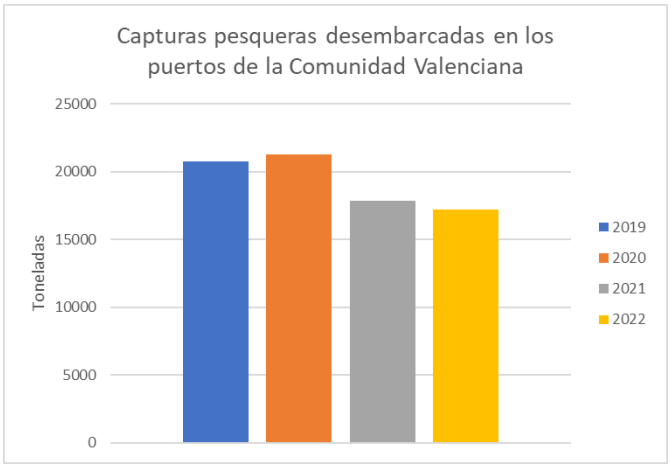


Figura 6. Capturas pesqueras desembarcadas en los puertos de la Comunidad Valenciana. Fuente: Portal Agrari GVA, elaboración propia

Según datos de 2022, la flota pesquera en la Comunidad Valenciana se compone de 521 buques, de los cuales 269 son de artes menores, 208 de arrastre, 37 de cerco, 7 de palangre (incluyendo palangre de superficie y de fondo).

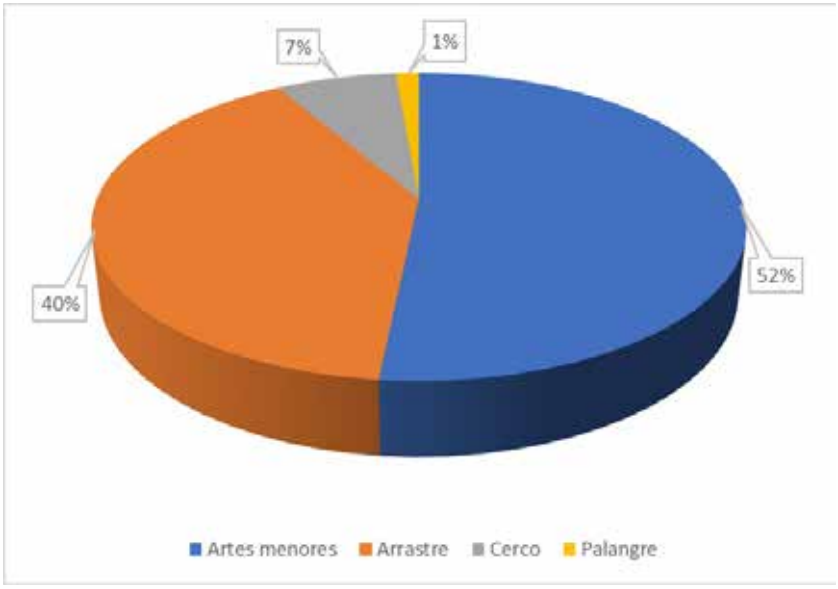


Figura 7. Flota pesquera de la Comunidad Valenciana por tipo de arte de pesca para el año 2022. Fuente: Portal Agrari GVA. Elaboración propia.

La siguiente figura muestra las diferentes modalidades de pesca en relación a su distancia a la costa y profundidad, asociadas a la distribución de los hábitats de las especies objetivo de captura.

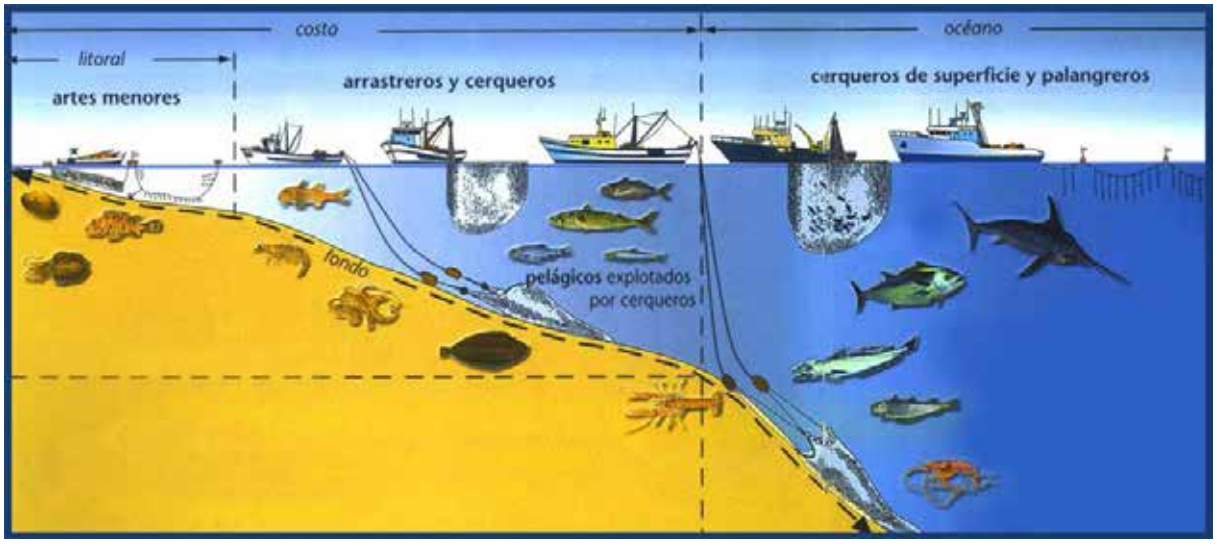


Figura 8. Distribución de las modalidades de pesca en función de la cercanía a la costa y la profundidad.

En cuanto a la producción de acuicultura en la Comunidad Valenciana, el total de toneladas producidas en 2022 es de 18.098,5 lo que supone un aumento del 13,51% respecto al año anterior. En la siguiente figura se muestra la distribución de la producción según la especie para los años 2021 y 2022.

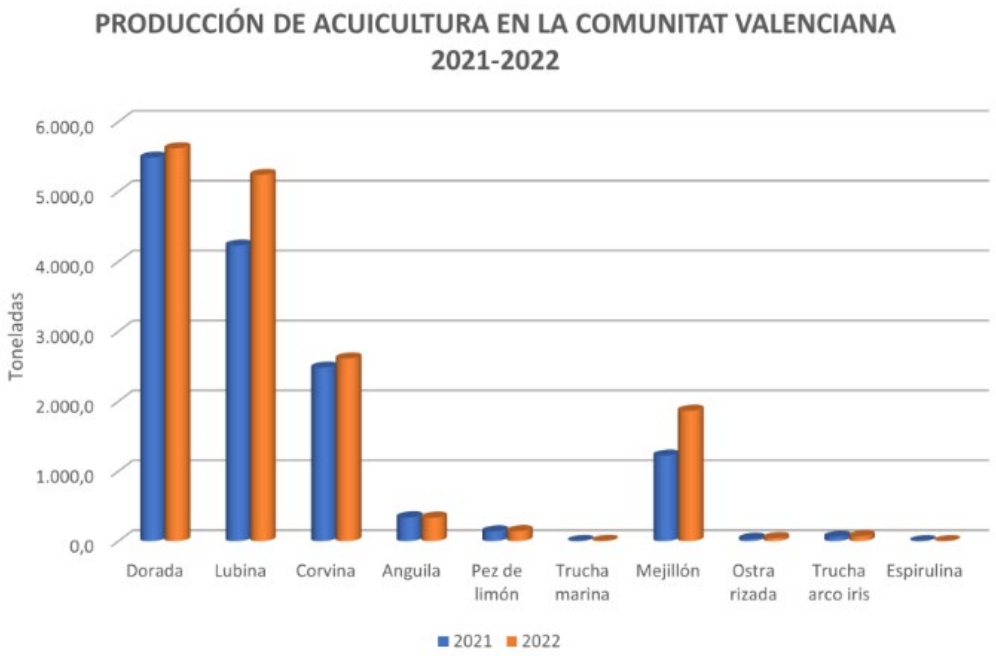


Figura 9. Producción de acuicultura en la Comunidad Valenciana por especie. Fuente: Portal agrari GVA.

4.2 Protección de los recursos pesqueros

Para la protección de los recursos pesqueros a lo largo del litoral valenciano se declaran, por *Decreto 219/1997, 12 de agosto, del Gobierno Valenciano*, dentro de los límites de sus aguas interiores, una serie de áreas denominadas "zonas protegidas de interés pesquero" por su especial interés para la preservación y regeneración de los recursos pesqueros, limitando en ellas las actividades extractivas de la fauna y flora marinas y en general las perturbadoras del medio.

La zona de actuación del presente proyecto no se emplaza cerca de ninguna de estas zonas.

El decreto establece como zonas protegidas de interés pesquero aquellas que sus fondos marinos son idóneos para la cría y reproducción de las especies marinas y prohíbe en estas zonas la pesca de arrastre en base a lo establecido en el *Real Decreto 679/1988, de 25 de junio,* y se considera que la misma es causante de daños graves a los recursos marinos. El incumplimiento de lo anterior se sancionará de acuerdo con lo previsto en la *Ley 5/2017, de 13 de febrero, de la Generalitat Valenciana, de pesca marítima y acuicultura de la Comunitat Valenciana*.

En todo caso se declaran como protegidos los fondos de praderas de fanerógamas marinas, así como las áreas de instalación de los arrecifes artificiales durante el tiempo de consolidación de sus efectos regeneradores.

Son arrecifes artificiales las zonas marinas en cuyos fondos se instalan un conjunto de módulos o elementos de diferentes formas con el objeto de proteger, regenerar y desarrollar los recursos pesqueros. Los más próximos a la zona de actuación son el arrecife artificial de "Burriana" y el de

"Benicasim II". El primero se sitúa a unos 10 km al sur mientras que el segundo de ellos a unos 10 km en dirección NE (véase Figura 10.). Por tanto, no existen arrecifes artificiales cercanos a la zona de actuación.

Figura 10. Localización de los arrecifes artificiales de Burriana y Benicásim II (polígonos verdes)

4.3 La pesca en las cercanías del municipio de Almazora

El municipio de Almassora no tiene puerto pesquero, pero en el entorno cercano se sitúa el Puerto de Castellón que tiene su propia cofradía de pescadores, con domicilio en Muelle Costa s/n, Grao de Castellón. Esta cofradía forma parte de la Federación Provincial de Cofradías de Pescadores de Castellón. A continuación, se detallan los datos de capturas pesqueras, número de embarcaciones de la cofradía y su arte de pesca y la distribución del tipo de capturas.

En primer lugar, se desembarcaron 2460,9 toneladas de capturas pesqueras en el año 2022, evidenciándose en la Figura 11. que el número de capturas pesqueras desembarcadas se encuentra en una tendencia decreciente en los últimos años.

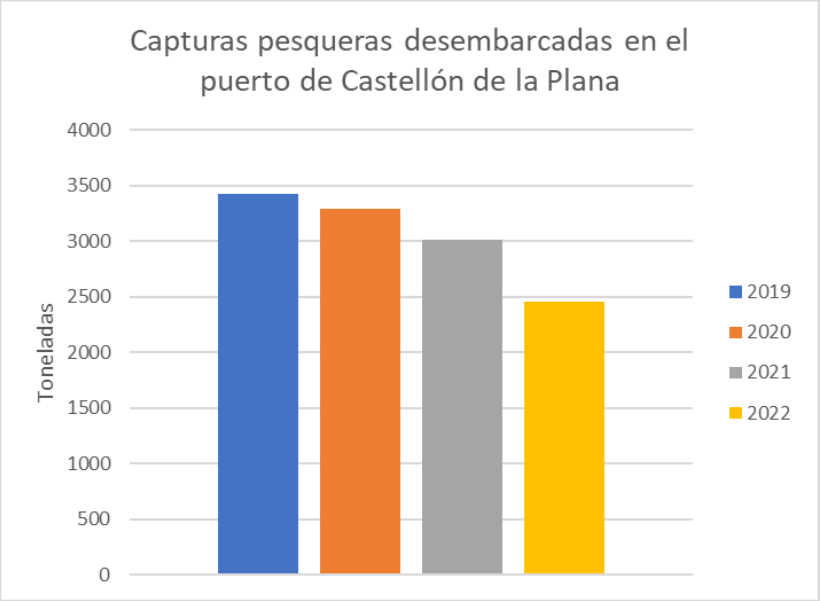


Figura 11. Capturas pesqueras desembarcadas en el puerto de Castellón de la Plana. Fuente: Portal Agrari GVA, elaboración propia

En cuanto a la flota pesquera del puerto de Castellón, se compone de un total de 45 embarcaciones, de las cuales 12 son de artes menores, 15 de arrastre, 14 de cerco y 4 de palangre. La distribución de tipo de embarcaciones es bastante equilibrada entre las de artes menores (27%), de arrastre (33%) y de cerco (31%). Por último, existe una representación de las embarcaciones de palangre del 4%.

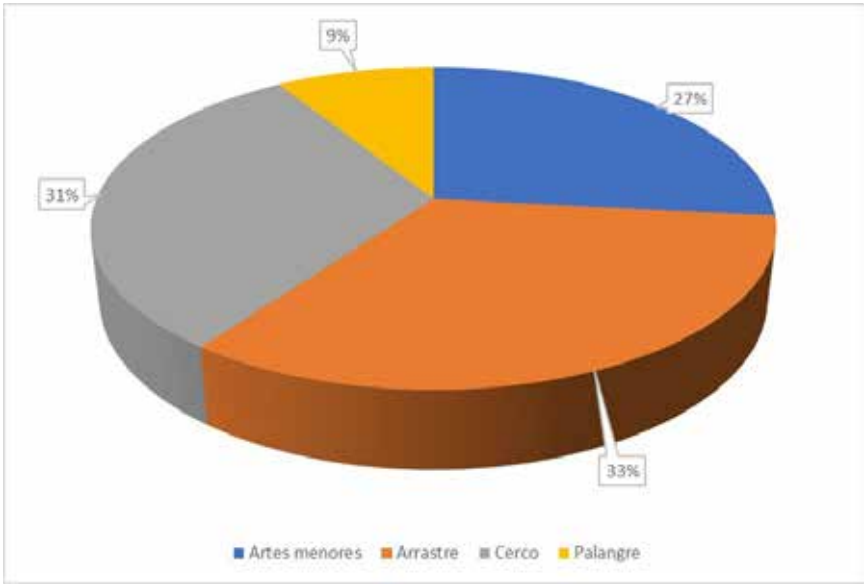


Figura 12. Flota pesquera de Castellón por tipo de arte de pesca para el año 2022. Fuente: Portal Agrari GVA. Elaboración propia.

A continuación, podemos observar las especies más capturadas anualmente en el puerto de Castellón entre el año 2010 y el año 2017. Se puede observar que las capturas anuales varían entre las 4000 y las 5000 toneladas y que el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*) son las

especies más abundantes, representando entre el 50,4% (año 2010) y el 69,4% (años 2016 y 2017). Otras especies importantes son la dorada (*Sparus aurata*) y la breca (*Pagellus erythrinus*).

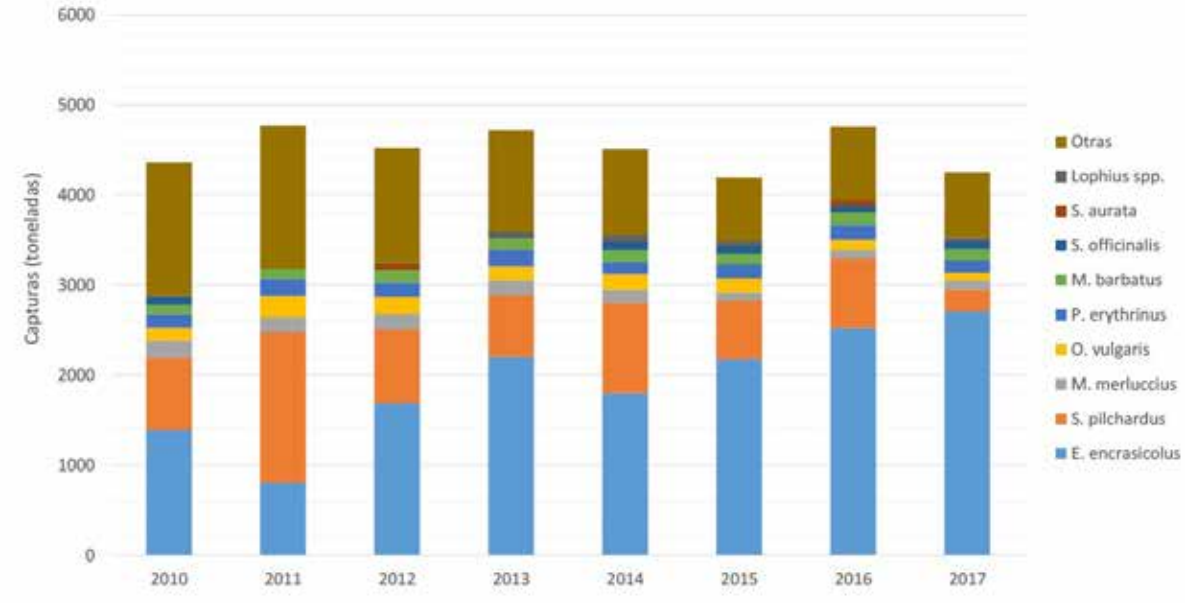


Figura 13. Capturas más abundantes en el Puerto de Castellón. Fuente: UPV.

A través de los datos proporcionados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO), se identifica un caladero tradicional en la zona al sur de la desembocadura del río Mijares. Se puede observar en la Figura 14. donde se sitúa dicho caladero respecto a la zona de actuación. No se tienen más datos de estos caladeros.

Figura 14. Localización del caladeros tradicional cercano. Fuente: IOE.

4.4 La acuicultura en el municipio de Almazora

En cuanto a la acuicultura en el municipio de Almazora, se han consultado los datos de instalaciones y zonas de investigación de la zona. No existen instalaciones en la zona de actuación siendo la más cercana la instalación NIORDSEAS BURRIANA 2, perteneciente a la empresa AVRAMAR, dentro de la Asociación de Acuicultura de España (APROMAR). Las especies autorizadas para la producción comercial son la corvina (*Argyrosomus regius*), la dorada (*Sparus aurata*) y la lubina o róbalo (*Dicentrarchus labrax*). Dicha empresa dispone de instalaciones en la costa, utilizando construcciones y/o artefactos en tierra firme para el desarrollo de las actividades (Figura 15.), así como jaulas flotantes en mar que se sitúan frente al puerto de Burriana más al sur.

A continuación, se muestra la localización de esta instalación respecto a la zona de actuación.

Figura 15. Localización instalaciones de acuicultura. Fuente: Visor Acuivisor. MAPAMA.

4.5 Marisqueo

Según Anexo I de la *Resolución de 14 de marzo de 2022, de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Pesca, por la que se establecen y clasifican las zonas de producción de moluscos bivalvos en aguas de la Comunitat Valenciana*, actualmente existen 5 zonas activas de producción de éstos: CVA-1 "Puerto de Sagunto", CVA-2 "Puerto de Valencia (recinto nuevo)", CVA-3 "Puerto de Valencia (Gità)", CVA-4 "Tavernes-Dénia", y CVA-5 "Santa Pola". Quedando descartado por tanto que la zona de actuación del presente proyecto quede inmersa en zona de producción de moluscos.

ANEJO 3.3: ESTUDIO DE PATRIMONIO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3

2 ESTUDIO DE IMPACTO PATRIMONIAL 3

2.1 Antecedentes históricos y arqueológicos 3

2.2 Hallazgos subacuáticos arqueológicos o con valor patrimonial 6

2.3 Resultados y conclusiones 6

Anexo 3.3.1 Estudio arqueológico

Anexo 3.3.2 Informe favorable patrimonial

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano del polígono proyectado con influencia de las áreas de afección próximas a la playa de La Torre (Almazora). 5

1 INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de la *Ley 4/1998 de 11 de junio del Patrimonio Cultural Valenciano*, previamente al desarrollo del presente Proyecto se ha realizado un Estudio de Impacto Patrimonial con el objetivo de determinar posibles afecciones sobre el patrimonio cultural existente en la zona de actuación.

Dicho estudio ha sido realizado por la empresa GAMASER durante los meses de noviembre de 2022 a abril de 2023, incluyendo como parte del mismo la prospección arqueológica terrestre y subacuática de la zona, en coordinación con el "Centro de Arqueología Subacuática de la Comunidad Valenciana" (en adelante, CASCV) de la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte de la GVA.

En el presente documento se resumen las principales características del patrimonio cultural, histórico y arqueológico observadas, adjuntándose la totalidad del estudio en el *Anexo 3.3.1.*

2 ESTUDIO DE IMPACTO PATRIMONIAL

En este estudio, realizado por profesionales de la arqueología, se consulta y analiza la documentación existente para determinar:

- Antecedentes históricos y arqueológicos
- Evolución del espacio litoral y situación actual de la costa
- Análisis y valoración de los resultados de la exploración
- Propuesta de actuación y medidas correctoras

A continuación, se mencionan las principales conclusiones obtenidas del Estudio.

2.1 Antecedentes históricos y arqueológicos

La zona objeto del proyecto cuenta con un alto valor patrimonial tanto en lo que respecta al Patrimonio Natural como al Patrimonio Cultural, por lo que forma parte del Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de Almassora como Bien de relevancia Local (BRL), con la categoría de Espacio de Protección Arqueológica (EPA).

Las evidencias arqueológicas habidas en puntos marítimos de esta zona, principalmente localizadas al sur de puerto de Castellón, en EPA de Benafelí, cuyos hallazgos submarinos se concentran en un sector localizado entre 200 y 300 m de la costa frente a la playa del mismo nombre, a 5-10 m de profundidad, inducen a pensar en un lugar de parada comercial con los asentamientos costeros e interiores, como muestran los pecios documentados en este entorno. El tráfico de mercancías vía marítima, incluso fluvial, era uno de los motores económicos y sociales en estos siglos pasados, quedando rastros de su ejecución a través de elementos perdidos en el mar, embarcaciones hundidas o yacimientos terrestres asociados a esta red de comerciantes, recuperándose piezas y materiales en anteriores intervenciones

arqueológicas. Los yacimientos subacuáticos relacionados con el área de estudio no han sido prospectados en esta actuación al encontrarse demasiado alejados del polígono proyectado para la regeneración. Las anomalías desprendidas del SBL también han resultado negativas tras las inspecciones subacuáticas, identificándose en algunos casos como simples barras de roca, piedras de grandes dimensiones o artes de pesca recientes. Parece posible que futuros vestigios puedan encontrarse tapados por las actuales dunas de arena o a una cota mayor bajo el fondo arenoso prospectado, imposible de vislumbrar con actuaciones superficiales, como son las prospecciones o las catas manuales.

A continuación, en la Figura 1. se ven en el plano todas las áreas de afección dentro del polígono proyectado en la zona de actuación.

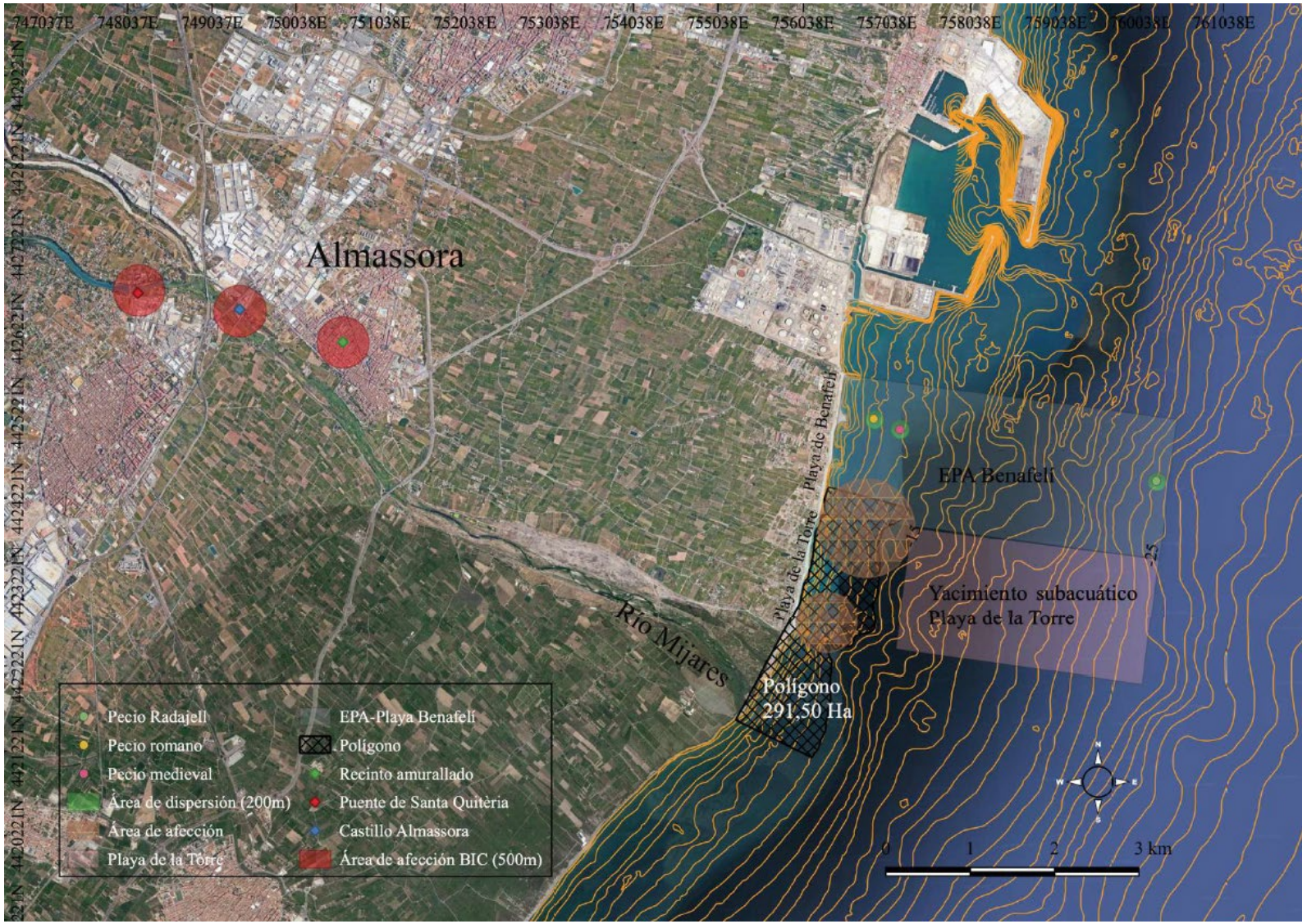


Figura 1. Plano del polígono proyectado con influencia de las áreas de afección próximas a la playa de La Torre (Almazora).

2.2 Hallazgos subacuáticos arqueológicos o con valor patrimonial

A pesar de utilizar dos magnetómetros portátiles tanto en la prospección terrestre como en cada uno de los transectos subacuáticos, no se ha conseguido documentar ningún tipo de material arqueológico, resto estructural de navío u otro elemento patrimonial recurrente, así como tampoco identificar positivamente, en términos patrimoniales, ninguna de las 5 anomalías marcadas como válidas de la prospección previa con sonar de barrido lateral (SBL). Por lo tanto, tal y como se ha mencionado, se puede dictaminar la viabilidad del "Proyecto de regeneración de la playa de La Torre en Almazora", ya que en la actuación realizada de prospecciones arqueológicas terrestres y subacuáticas, se han obtenido resultados negativos en cuanto al hallazgo de bienes patrimoniales. La revisión d ellos yacimientos documentados por la Dirección General de Patrimonio Histórico en sus fichas de inventario, así como de su área de afección inmediata, tampoco han determinado un impacto negativo en su entorno al no encontrarse ningún elemento asociado a estos.

Bien es cierto que no se puede descartar la presencia de restos y vestigios soterrados bajo la arena, no visibles en el momento de las inmersiones o no localizados a raíz de las lecturas desprendidas de la geofísica. Con esto, queda abierta la posibilidad de hallazgos en futuras intervenciones subacuáticas al ser un espacio propenso a este tipo de descubrimientos dadas sus características históricas y culturales, quedando fijada la obligatoriedad bajo legislación patrimonial, de efectuar prospecciones, seguimientos y estudios previos en la fase de anteproyecto en cualquier trabajo futuro de regeneración en la línea de playa del de la playa de La Torre de Almassora y en las playas contiguas, con especial atención a todo el EPA de Benafelí.

2.3 Resultados y conclusiones

A pesar de las evidencias arqueológicas habidas en puntos marítimos de esta zona, principalmente localizadas al sur de puerto de Castellón, en EPA de Benafelí, inducen a pensar en un lugar de parada comercial con los asentamientos costeros e interiores, como muestran los pecios documentados en este entorno; sin embargo, no se han encontrado restos arqueológicos y se han descartado posibles afecciones a zonas de interés patrimonial.

Por lo que se concluye que no existe afección al patrimonio cultural subacuático de la zona, y así lo INFORMA FAVORABLEMENTE el Dirección General de Cultura y Patrimonio en su informe al efecto contenido en el *Anexo 3.3.2* de este documento (*Resolución del 20 de abril de 2023*).

Sin embargo, aunque la prospección ha resultado negativa, sigue siendo necesario, basándonos en las fuentes escritas y en los antecedentes, el seguimiento arqueológico subacuático y terrestre en caso de

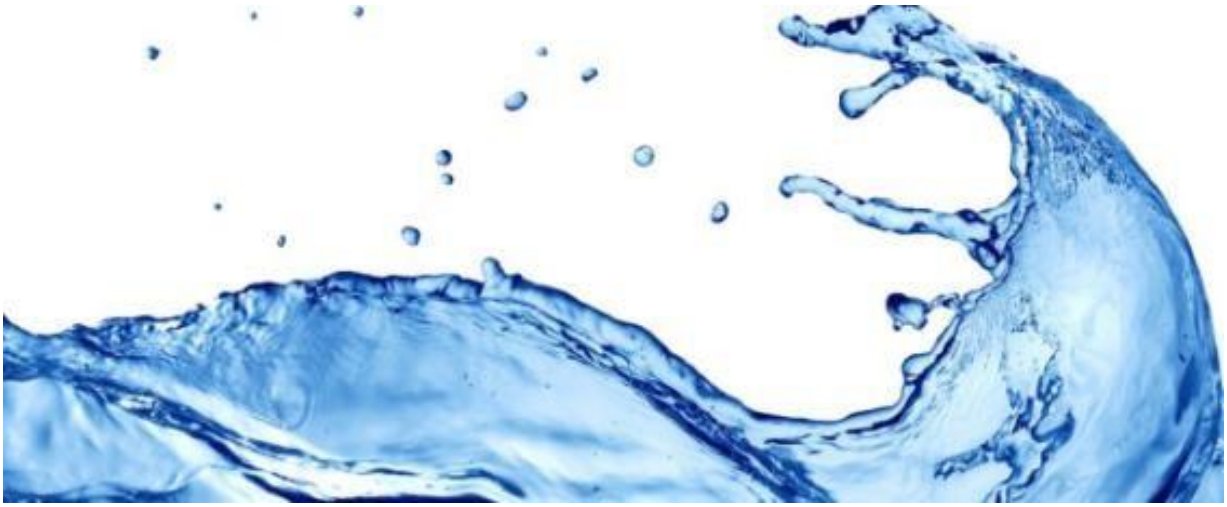
efectuar otros trabajos en el futuro, ya que pueden quedar expuestos tras los temporales marítimos, restos patrimoniales no localizados en esta actuación.

ANEXO 3.3.1:
ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

EJ-2022.06.9058

EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"

ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

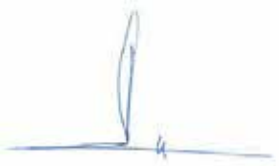


General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. (GAMASER)
CIF – B96315577
Calle del Corretger, 51, 4. Parque Táctica 46988 Paterna (Valencia)
Tel. +34 963 980 730
Fax. +34 963 980 719

Código Proyecto	EJ-OF-2022.06.9058
Proyecto	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)”
Cliente	INGEOMAR

Informe	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Estudio realizado por	Mar Nieto Pérez
	Guadalupe García Blanco
	Ignacio Giner Ponce
	Alejo Muruaga Ilazarri

	Nombre	Fecha	Firma
Informe revisado por	Ignacio Giner Ponce Responsable Área Medio Marino	6/06/2023	
Informe aprobado por	Alejo Muruaga Ilazarri Director Dpto. Consultoría Ambiental		

REGISTRO DE CAMBIOS

CÓDIGO VERSIÓN	FECHA	SECCIÓN AFECTADA	OBSERVACIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA. 2

2.1. ESTUDIO PATRIMONIO CULTURAL 2

2.1.1. Zona de actuación. 2

2.1.2. Estudio bibliográfico-archivístico 3

2.1.3. Contextualización histórica náutica. 3

2.1.4. Evolución histórica del espacio litoral vs situación actual de la costa. 4

2.1.5. Análisis arqueológico los resultados de la exploración de fondos. 4

2.1.6. Valoración de las posibilidades arqueológicas del sitio. 4

2.1.7. Propuestas de actuación y medidas correctoras. 4

3. RESULTADOS. 6

3.1. ESTUDIO DE PATRIMONIO CULTURAL. 6

4. ANEJOS. 8

Anejo 1. Informe arqueología

1. INTRODUCCIÓN.

La empresa INGEOMAR S.L. (en adelante, el cliente) ha solicitado a GAMASER la realización de una serie de actividades relacionadas con la “EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE DE ALMAZORA (CASTELLÓN)””. La zona objeto del proyecto de regeneración y estabilización comprende la franja costera desde el límite norte la playa de la torre hasta la desembocadura del río Mijares.

Por tanto, la zona de estudio se contempla para un frente litoral de 2.900m. Por mar, la zona de estudio se extiende hasta la isobata de -30m.

Localización de la zona de estudio

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA.

2.1. ESTUDIO PATRIMONIO CULTURAL

Como se indica en el pliego, conforme con lo especificado en el artículo 11 de la Ley 4/1998 de 11 de junio del Patrimonio Cultural Valenciano, los proyectos, públicos o privados, que puedan incidir sobre bienes integrantes del patrimonio cultural valenciano deberán incorporar el informe de la Consellería competente en materia de cultura acerca de la conformidad del proyecto con la normativa de protección del patrimonio cultural.

Por tanto, el primer paso a desarrollar será la presentación ante la Administración de un Estudio previo patrimonial para consulta a la Administración, con la finalidad de que los organismos correspondientes de la Dir. Gral. de Cultura emitan un comunicado señalando las actuaciones de campo que estiman necesarias para analizar las posibles afecciones sobre el patrimonio en el marco de los estudios previos proyectados. Los aspectos a contemplar se desarrollan a continuación.

2.1.1. Zona de actuación.

Este trabajo arqueológico y su valoración técnica en el área motivo de estudio, es fundamental para la consecución y ejecución del proyecto básico de **Regeneración de la playa de la Torre de Almassora,** ya que las valoraciones patrimoniales del siguiente informe condicionarán el resultado del documento medioambiental en fase preoperacional, siendo un informe vinculante.

Situación de la playa de Almassora y Benafeli, al sur del puerto de Castellón

2.1.2. Estudio bibliográfico-archivístico

Se llevará a cabo una recopilación y análisis de la bibliografía, bases de datos, archivos museísticos, etc., destinados a verificar la presencia de:

1. Hallazgos arqueológicos en tierra firme en el área costera próxima.
2. Hallazgos arqueológicos en ámbito subacuático en el área costera próxima.

Estos trabajos se llevarán a cabo mediante consultas en archivos de la Dir. Gral. De Cultura, Centro de Arqueología Subacuática de la Comunidad Valenciana (CASCV), Museos, publicaciones diversas, etc.

2.1.3. Contextualización histórica náutica.

Parte del proceso de recopilación de información va orientado a interpretar las potencialidades del área de estudio en términos de integración de ésta en las dinámicas históricas del tráfico marítimo. De esta forma se obtiene una valoración de la relación de la zona de estudio con las rutas de transporte marítimo.

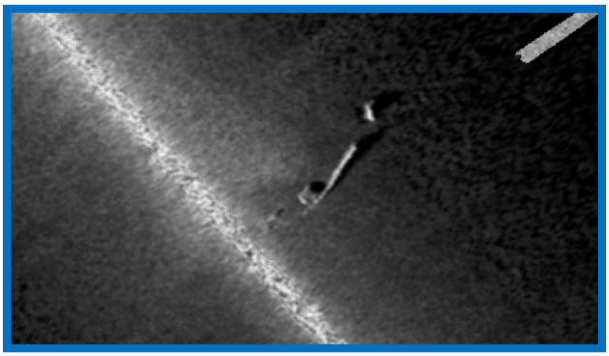
2.1.4. Evolución histórica del espacio litoral vs situación actual de la costa.

Se desarrollará un análisis de la evolución del poblamiento y de asentamientos en el entorno de estudio y su relación con la situación actual de la costa.

2.1.5. Análisis arqueológico los resultados de la exploración de fondos.

Dentro del trabajo desarrollado en la presente memoria se incluyen aquellos relacionados con la prospección de los fondos marinos mediante técnicas multihaz, sonar de barrido lateral y cámara de vídeo remolcada.

Toda esta información, sobre todo la correspondiente al sonar de barrido lateral, será analizada por técnicos en arqueología subacuática con el objetivo de, en su caso, detectar la presencia de indicios arqueológicos.



Registro de sonar de barrido lateral donde se detecta la presencia de pecio

2.1.6. Valoración de las posibilidades arqueológicas del sitio.

Con toda la información obtenida y tras el análisis de toda ella, se procederá a realizar una valoración de la zona de actuación en términos arqueológicos, mediante la gradación de aspectos como sensibilidad y fragilidad de los elementos detectados.

Toda esta información será trasladada a soporte cartográfico (GIS) junto con el resto de la información generada.

2.1.7. Propuestas de actuación y medidas correctoras.

En función de la tipología de la actuación y a la vista de la valoración del entorno, se redactarán las líneas de actuación a tener en cuenta, tanto en la fase de planificación como, sobre todo, en la fase de ejecución de las obras. En este sentido, en función de

la concreción disponible sobre el proyecto se establecerán, si fuera necesario, las actividades de inspección arqueológica a llevar a cabo antes del inicio de las obras.

3. RESULTADOS.

3.1. ESTUDIO DE PATRIMONIO CULTURAL.

Este espacio, que cuenta con un alto valor patrimonial tanto en lo que respecta al Patrimonio Natural como al Patrimonio Cultural, forma parte del Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de Almassora como Bien de relevancia Local (BRL), con la categoría de Espacio de Protección Arqueológica (EPA).

En el anejo 3 se presenta el informe correspondiente a los trabajos de prospección arqueológicas realizados en la zona de estudio. Esta prospección ha estado autorizada mediante el expediente administrativo: 2023 / 0002-CS-SUA (CASCV: EXP. 377).

En este apartado se recogen, a modo de resumen, los resultados y conclusiones derivados de los trabajos ejecutados.

Playa de Almassora y Benafelí, al sur del puerto de Castellón

En este sentido, la prospección arqueológica realizada, tanto geofísica como visual con detectores de metales de toda la zona motivo de estudio desde la orilla hasta los diez metros de profundidad, permite dar por completado los objetivos propuestos. Aunque la prospección ha resultado negativa, sigue siendo necesario, basándose en las fuentes

escritas y en los antecedentes comentados en el informe, el seguimiento arqueológico subacuático y terrestre en caso de efectuar trabajos similares en el futuro, ya que pueden quedar expuestos tras los temporales marítimos, restos patrimoniales no localizados en esta actuación.

Las evidencias arqueológicas habidas en puntos marítimos de esta zona, principalmente localizadas al sur de puerto de Castellón, en EPA de Benafelí, inducen a pensar en un lugar de parada comercial con los asentamientos costeros e interiores, como muestran los pecios documentados en este entorno. El tráfico de mercancías vía marítima, incluso fluvial, era uno de los motores económicos y sociales en estos siglos pasados, quedando rastros de su ejecución a través de elementos perdidos en el mar, embarcaciones hundidas o yacimientos terrestres asociados a esta red de comerciantes, recuperándose piezas y materiales en anteriores intervenciones arqueológicas. Los yacimientos subacuáticos relacionados con el área de estudio no han sido prospectados en esta actuación al encontrarse demasiado alejados del polígono proyectado para la regeneración. Las anomalías desprendidas del SBL también han resultado negativas tras las inspecciones subacuáticas, identificándose en algunos casos como simples barras de roca, piedras de grandes dimensiones o artes de pesca recientes. Parece posible que futuros vestigios puedan encontrarse tapados por las actuales dunas de arena o a una cota mayor bajo el fondo arenoso prospectado, imposible de vislumbrar con actuaciones superficiales, como son las prospecciones o las catas manuales.

En ese mismo anejo 3 se incluye la Resolución de la Dirección General de Cultura y Patrimonio de 20 de abril de 2023, en la que se dice que:

> *No existe afección al patrimonio cultural subacuático al no haberse hallado restos de esta índole, por lo que visto el precepto indicado y de conformidad con el informe de los Servicios técnicos,* ***SE INFORMA FAVORABLEMENTE*** *a los efectos patrimoniales contemplados en el art. 11 de la Ley 4/98, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, informe técnico correspondiente a la “Prospección arqueológica subacuática geofísica y visual playas Benafelí-La Torre (Castellón)”, promovido por el Servicio Provincial de Costas de Castellón (D.G. de Sostenibilidad de la Costa y el Mar).*

4. ANEJOS.

Anejo 1. Informe arqueología

PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA GEOFÍSICA Y VISUAL

PLAYA DE LA TORRE Y BENAFELÍ, ALMASSORA (CASTELLÓN)

INFORME FINAL 2023
S/Ref: 2023 / 0002-CS-SUA (CASCV: EXP. 377)

Promotor
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

Solicitante
Gamaser S.L.

Dirección Técnica
Jorge Blázquez Martínez
Carlos Verdasco Cebrián

Coordinación
Asunción Fernández Izquierdo (CASCV)

gamaser

ÍNDICE

FICHA TÉCNICA *3*

1. Motivación y objetivo del documento *4*

2. Antecedentes administrativos *4*

3. Antecedentes históricos y arqueológicos *6*

3.1. Bibliografía **10**

4. Descripción de los trabajos *12*

4.1. Metodología **12**

4.2. Actuaciones arqueológicas **17**

5. Hallazgos más relevantes y valoración *23*

6. Resultados y conclusiones *24*

7. Inventario de materiales/fichas arqueológicas *25*

ANEXOS *26*

Planos **26**

Jorge Blázquez Martínez

JORGE|BLAZQUEZ|MARTINEZ
2023.04.10
09:57:47 +02'00'

Carlos Verdasco Cebrián

FICHA TÉCNICA

1. **Número de referencia del permiso:** S/Ref: 2023 / 0002-CS-SUA (CASCV: EXP. 377)

2. **Denominación del área de intervención:** Prospección arqueológica subacuática geofísica y visual.

3. **Denominación del yacimento:** **Playa de la Torre y Benafelí.**

4. **Municipio:** Almassora, Castellón.

5. **Promotor:**
   Nombre y dirección: Servicio Provincial de Costas en Castellón.
   C/ Escultor Viciano, 2. 12002-Castellón.

   Teléfono: 964 284 896

   E-mail: bzn-costascastellon@miteco.es

6. **Dirección técnica:**

   Carlos Verdasco Cebrián,

   C/Begonya 3- A1, 46183 l'Eliana (Valencia).

   Jorge Blázquez Martínez,

   C/San Antonio 132-22, 46920 Mislata (Valencia).

---

7. **Duración efectiva de la actuación:**

   Inicio: 8 de febrero de 2023

   Final: 10 de abril de 2023

1. Motivación y objetivo del documento

El objeto de este documento es la descripción de los trabajos realizados entre el 08 de febrero de 2023 y el 14 de abril de manera no consecutiva, es decir, aprovechando días no programados con tal de adaptarse a los condicionantes marítimos y meteorológicos. Esta prospección ha estado autorizada mediante el expediente administrativo: 2023 / 0002-CS-SUA (CASCV: EXP. 377).

Este trabajo arqueológico y su valoración técnica en el área motivo de estudio, es fundamental para la consecución y ejecución del proyecto básico de **Regeneración de la playa de la Torre de Almassora**, ya que las valoraciones patrimoniales del siguiente informe condicionarán el resultado del documento medioambiental en fase preoperacional, siendo un informe vinculante.

2. Antecedentes administrativos

La Dirección General de la Costa y el Mar está desarrollando a través de la Demarcación de Costas en Alicante, Valencia y Castellón los proyectos que materializan las Estrategias de Actuación para la Defensa del Litoral. Estos proyectos tienen el objetivo de regenerar las playas que se han visto erosionadas en los últimos 60 años. Las actuaciones tratan de recuperar un espacio con un alto valor medioambiental y socioeconómico. Estos proyectos son la solución propuesta por la Dirección General de la Costa y el Mar para luchar contra la invasión marítima, efecto de la elevación del nivel del mar por el cambio climático, y constituir una defensa natural contra los temporales marítimos. Entre estos proyectos se encuentra el de Regeneración de la playa de la Torre en el T. M. de Almassora, Castellón. Esta playa ha sufrido los últimos años un retroceso generalizado de unos 20-30 metros en todo el tramo costero, agravándose el proceso erosivo de año en año.

Para analizar la dinámica marina es preciso contar con un modelo matemático de la playa y para ello, es preciso conocer la morfología de la playa sumergida en la actualidad. Con este objetivo se ha realizado en primer lugar una campaña topobatimétrica a cargo de la empresa especializada BATITOP S.L. que se ha encargado de elaborar mediante técnicas geofísicas -con sonda multihaz que incorpora sonar de barrido lateral y

scanner acústico-, un ortomosaico georreferenciado (Plano 2) del fondo marino que cubre el polígono objeto de estudio bajo la supervisión de uno de los directores de este informe a bordo de la embarcación [1] aportada por dicha empresa. Durante estos trabajos de seguimiento o monitorización se han encontrado anomalías físicas que podrían corresponderse con bienes patrimoniales, en este caso de estructuras navales fragmentadas y dispersas, anclas u otros artefactos o materiales cerámicos, obteniendo coordenadas para, en segundo término, realizar la inspección subacuática mediante inmersiones con el objetivo de completar el **proyecto de prospección arqueológica subacuática geofísica y visual** solicitado por esta dirección técnica.

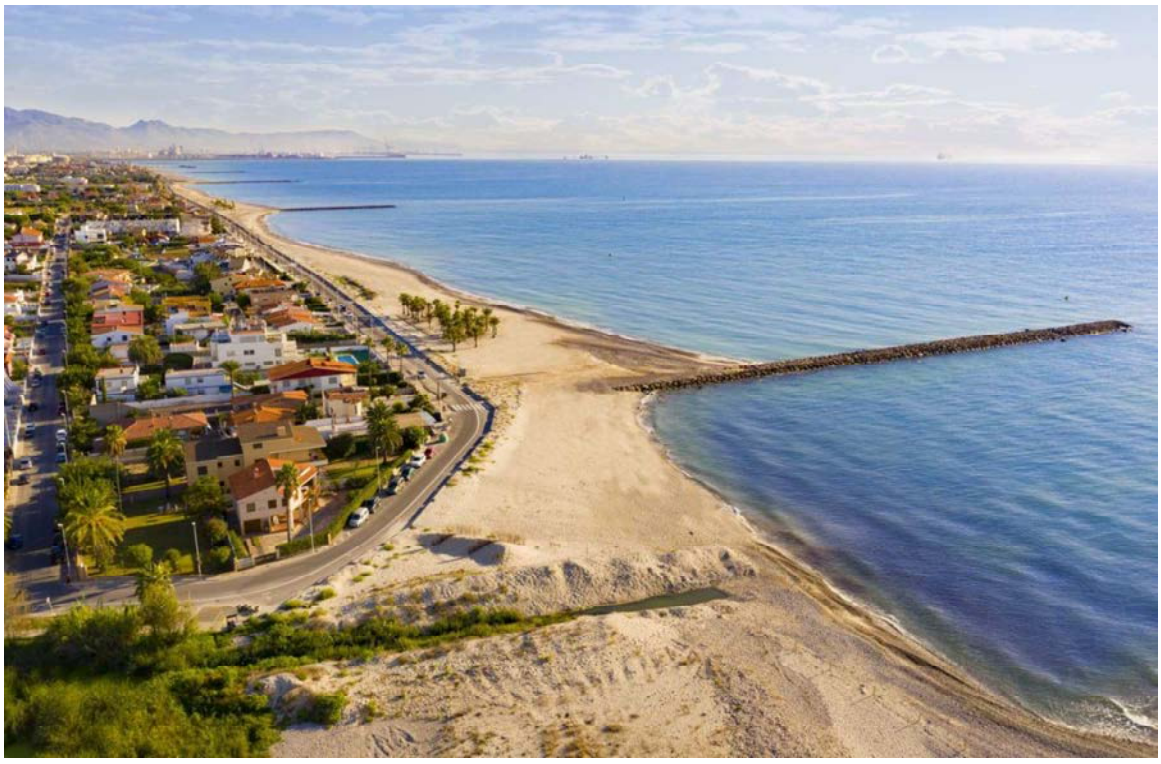


Fig. 1. Situación de la playa de Almassora y Benafelí, al sur del puerto de Castellón.

[1] Embarcación rígida semi-cabinada inscrita en lista 5ª para trabajos profesionales con matrícula: CP-2-1-19.

3. Antecedentes históricos y arqueológicos

Este espacio, que cuenta con un alto valor patrimonial tanto en lo que respecta al Patrimonio Natural como al Patrimonio Cultural, forma parte del Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de Almassora como Bien de relevancia Local (BRL), con la categoría de Espacio de Protección Arqueológica (EPA).

Las primeras noticias sobre el yacimiento se publicaron a finales de la década de 1970 (Wagner, 1978). Está situado en la costa sur de la localidad de Almassora, aproximadamente cinco kilómetros al sur del puerto de Castellón, en las proximidades de la desembocadura del río Mijares. La costa en este tramo es rectilínea y sin accidentes geográficos. Benafelí está en mar abierto, a escasa profundidad. Se encuentra muy dañado por la erosión costera y por la construcción del puerto de Castellón que tuvo lugar a finales del siglo XIX.

En el yacimiento de Benafelí, los hallazgos submarinos se concentran en un sector localizado entre 200 y 300 metros de la costa actual y a escasamente 5 o 10 metros de profundidad. Se trata de un fondo compuesto por sedimentos procedentes de aluviones arrastrados desde los sistemas montañosos y por una capa de arenas y arcillas fosilizadas sobre la que aparecen acumulaciones de limos fangosos y raíces donde se han localizado todos los hallazgos (Fernández, 1980). En este sentido, a través de un proceso de restitución fotográfica, utilizando la cartografía antigua, es decir, apenas una década después de la construcción del puerto, y la fotografía aérea de 2017, se puede observar como la erosión ocasionada por la infraestructura portuaria ha hecho retroceder la costa aproximadamente unos 200 metros, por lo que los restos subacuáticos se encontrarían a escasa distancia de la playa antigua. En esta franja de playa, junto al río Mijares, se construyó una torre entre los siglos XV y XVI, de la cual se encuentran referencias hasta mediados del siglo XX a través del topónimo “Playa de la Torre”. Esta estructura defensiva actualmente ha desaparecido (Melchor y Pardo, 2017). En las fichas de inventario de la D.G. de Patrimonio se encuentra recogido con el nombre de “Playa de la Torre-Benafelí” el yacimiento subacuático donde aparecieron varios hallazgos, concretamente ánforas de tipología púnica del VI a.C. al IV a.C. entre los 15-25 metros de profundidad en una zona poco accesible a los buceadores en un fondo cubierto por lodos y fangos. Aquí se realizaron en el año 1998 sondeos en un lugar de arenas, gravas y bolos provenientes del río Mijares, que resultaron negativos en cuanto a la existencia de materiales arqueológicos (Ribera y Fernández, 2000).

Pero los trabajos que se han realizado en la playa de Benafelí, si han sacado a la luz materiales arqueológicos muy interesantes que proceden del comercio mediterráneo y que muestran la dinámica comercial de este tramo de la costa peninsular desde la Antigüedad. A partir del siglo VI a.C. y la presencia de un comercio fenicio entorno a la desembocadura del rio Millar (Fernandez-Ramos, 2021) relacionado con los asentamientos de esta época, Torrelló del Boverot y Vinarragell, y con la presencia de un fondeadero y lugar de aguada en la Font de La Barrassota. El territorio costero del área comprendida entre los ríos Ebro y el Palancia se convirtió en una zona receptora sobre todo de producciones cerámicas que llegarían a través de las rutas marítimas del Mediterráneo (Benedito, 2013).

Otras noticias del yacimiento se refieren a un pecio que posiblemente procedía de la Campania, en Italia, a mediados del siglo I d.C. (Wagner, 1978). Junto a los restos de la nave se encontraron lingotes de hierro, morteros del tipo Dramont D con estampillas, ánforas greco-itálicas, ánforas Dressel 1-C, Dressel 1/Lamboglia 2, Dressel 2-4, Dressel 7-11, Galas, Dressel 30, Dressel 20 y Tripolitanas tardías, cerámica común romana, clavos y cojinetes de bronce, un escandallo, planchas y un cepo de ancla de plomo, barras de hierro, dos herramientas, un anda y un ancla de piedra con dos agujeros (Fernández, 1980). Esta actuación queda recogida en las fichas de inventario de la Dirección General de Patrimonio con el nombre de “Playa de Benafelí”.

En 1984 se llevó a cabo una nueva intervención arqueológica subacuática que proporcionó abundante cultura material, sobre todo ánforas Dressel 2-4 y Dressel 7-11 que se hallaban dispersas por el fondo junto a fragmentos de *terra sigillata* aretina y *kalathos* de época ibérica. Se tratarían probablemente de una zona utilizada como fondeadero para naves de bajo calado, en relación con algún poblado iberromano localizado en las proximidades, quizá el yacimiento del Pujol de Gasset en Castellón (Fernández, 1985; Fernández y Wagner, 1984). Esta actuación queda recogida en las fichas de inventario de la Dirección General de Patrimonio con el nombre de “Pecio romano”.

En 1996 un grupo de buceadores deportivos localizaron junto a un roquedo cercano a la costa, un interesante conjunto de cerámicas medievales, que se encontraban adheridas al fondo marino calcáreo. Se trataba, en líneas generales, de fragmentos de lebrillos, tinajas y otras cerámicas, algunas de ellas vidriadas. Los materiales probablemente formarían parte del cargamento de una embarcación que, en un momento impreciso de época tardomedieval o moderna, entorno al siglo XIV, realizaría una parada para aprovisionamiento. Este tipo de

comercio, según los estudiosos, estaría asociado a la industria textil valenciana. En este sentido, parte de la producción cerámica elaborada en talleres de Paterna y Manises se canalizaba a través de comerciantes relacionados con el sector textil. El puerto de Valencia en esta época es uno de los grandes centros redistribuidores del Mediterráneo occidental (Fernández, 2012). En las fichas de inventario aparece señalado con el nombre de "Pecio medieval".

Fig. 2. Vista de restos en el yacimiento de Benafelí, al norte del polígono de actuación.

Dentro de esta área marina, a escasamente 6 metros de profundidad, se localizaron una veintena de grandes piedras amontonadas que aparecen cuando los temporales retiran los limos. El material cerámico y los cantos tienen pocas concreciones sin depósitos orgánicos, por lo que pudieron ser sepultados tras quedar bajo el agua. Estas acumulaciones de piedras

quizá formaban parte del lastre de embarcaciones desaparecidas, pero también se ha sugerido que podría tratarse del basamento de edificaciones pertenecientes a un poblado con embarcadero, el que habría aprovechado una de las bocas extinguidas del río Mijares y en el que se encontrarían restos de uno o de varios pecios. Entre las piedras se localizó material anfórico, cerámicas y fragmentos de material constructivo de época romana como *tegulae* y *doliae* (Ramos, Fernández y Wagner, 1984).

Entre el lote de materiales recuperados hasta la fecha, cabría destacar un fragmento de hidrocéramo que, pese a su rareza, documenta la existencia de transporte marítimo con otros puertos hispánicos alejados más allá del océano, al tratarse de un modelo típico que se realizaba en el taller de Puebla, México, en el siglo XVIII (Munuera, 2010). De este fragmento únicamente tenemos constancia de su procedencia genérica a través de una sigla que hace referencia al nombre del yacimiento: "Benafelí". No ha quedado constancia en los archivos del Museo de Burriana de la fecha en que se depositó ni del lugar exacto en el que se encontró, más allá de la vaga alusión al yacimiento subacuático. Pese a que suelen clasificarse como botijos, los hidrocéramos suelen diferenciarse porque tienen una boca para verter líquidos y un asa estribo en la cresta. Aunque se conocen en América desde el siglo XVI, su auge definitivo se dio en el siglo XVIIII (Therrien, 2002). Estas piezas son raras en la bibliografía peninsular, pero se han encontrado otros fragmentos en el puerto de Cartagena (AA. VV., 2008) y en el galeón de Guadalupe hundido en Santo Domingo (Cruz *et alii*, 1997).

Además, de la documentación extraída del inventario de la Dirección General de Patrimonio, se identifican varios bienes catalogados como Bienes de Interés Cultural (BIC) en el término de Almassora, como son: "Castell d'Almassora", "Pont de Santa Quitèria" y "Recinte amurallat de la ciutat", que no afectan al entorno de protección para el polígono proyectado. También se identifican en este archivo los bienes catalogados como Bienes de Relevancia Local (BRL), donde destacaría "Benafelí" como yacimiento arqueológico subacuático en su conjunto. A su vez, encontramos varias zonas con la categoría de Espacio de Protección Arqueológica (EPA), como son: la "necrópolis de Sant Josep", el "tram de la Via Augusta", la "Vila Seca" o también "Benafelí", este último delimitado en la zona marítima inmediata de la playa de Almassora que sí afectaría en la parte norte del polígono de actuación proyectado (Plano 1).

3.1. Bibliografía

- Fernández Izquierdo, A. (1980): «Estudio de los restos arqueológicos submarinos en la costa de Castellón», Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 7, pp. 135-195.

— (1982): «Estudio del Tráfico Marítimo en la costa de Castellón: a través de la Arqueología Submarina», Saguntum. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, 17, pp. 113-130.

— (1985): «El yacimiento submarino de Ben-Afelí (Almazora, Castellón): campaña de excavaciones 1984», Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 11, pp. 157-166.

— (2012): «Un cargamento de cerámicas medievales en la costa de Almassora (Castellón)», Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló, 30, pp. 79-89.

- Fernández Izquierdo, A.- Ramos Barceló, J.E. (2021): «La presencia fenicia en aguas de la desembocadura del río Millars, Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 39, pp. 45 - 56.

- Melchor Monserrat, J. M. (2017): «La historia del Museo Arqueológico de Burriana», Boletín del Museo Arqueológico Nacional, 35 número extraordinario «150 años de museos arqueológicos en España». Coordinado por Andrés Carretero y Concha Papí, vol. 6, pp. 2271-2284.

- Melchor, J. M., y Pardo, C. (2017): «Análisis de las fuentes documentales y cartográficas para el estudio de las torres defensivas costeras de la provincia de Castellón (España)», Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries: Vol. VI: Proceedings of the International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast. Edición de G. Avilés y A. Benigno. Alicante: Universitat d'Alacant, pp. 213-220.

- Munuera Navarro, D. (2010): Musulmanes y cristianos en el Mediterráneo. La costa del Sureste peninsular durante la Edad Media (ss. VIII-XVI). Tesis Doctoral inédita. Universidad de Murcia.

- Ramos, J. E.; Fernández, A., y Wagner, J. (1984): «El yacimiento arqueológico submarino de Ben-Afelí. Estudio de los materiales (Almazora, Castellón)», Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 10, pp. 121-158.

- Ribera, A., y Fernández, A. (2000): «Las ánforas del mundo fenicio-púnico en el país valenciano», Actas IV Congreso Internacional de Estudios fenicios y púnicos, vol. 4, Cádiz. Coordinado por M. Barthélemy y M.ª E. Aubet, pp. 1699-1711.

- Therrien, M. (2002): Catalogo de cerámica colonial y republicana de la Nueva Granada. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la Republica de Bogotá.

- Wagner, J. (1978): «Yacimiento arqueológico submarino en la costa de Almazora (Castellón)», Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de Castellón, 5, pp. 299-390.

- Inventario del Patrimonio Arqueológico de la Comunitat Valenciana: http://www.ceice.gva.es/ca/web/ patrimonio-cultural-y-museos/inventario-general

4. Descripción de los trabajos

4.1. Metodología

La actuación arqueológica ha consistido en primer lugar al reconocimiento a través de técnicas geofísicas del fondo marino en el área de estudio, desde la cota -2 hasta los -12 metros. De manera simultánea, se ha procedido a efectuar la prospección visual terrestre del tramo de playa seca y sumergida dentro del polígono (cota 0 hasta los -2 metros). Tras los resultados del sonar de barrido lateral, se identificaron 5 anomalías validadas en el laboratorio que han sido comprobadas mediante inmersiones con tal de discriminar su potencialidad patrimonial. En segundo lugar, se ha efectuado la prospección subacuática sin remoción del terreno, con especial atención a la zona de afección inmediata a la zona norte del polígono, en el linde con el espacio de Benafelí, además de las anomalías derivadas del SBL ya mencionadas.

La zona estimada para este proyecto ha comprendido un espacio terrestre y marítimo, partiendo unos metros al sur de la desembocadura del río Mijares hasta el cruce de la calle Garbí con la partida de la playa de la Torre, abarcando en total una superficie de 8.681 metros o lo que es lo mismo de 291,50 Ha. En total, se ha prospectado un área de 1.592 (9,73 Ha.) metros siendo mayoritariamente el fondo arenoso, de granulosidad fina en zonas cercanas a la costa y más gruesa conforme la profundidad era mayor, alternándose en algunas áreas con sedimentos tarquinosos y en otras, con acumulaciones pedregosas, siendo los resultados en todo caso negativos. El tramo de playa seca y sumergida (cota 0 a la -2) ocupa una distancia lineal de 2.826 metros aproximadamente, siendo prospectado completamente por el equipo técnico de manera visual con magnetómetros de mano portátiles.

En cuanto a la metodología, se han realizado *briefings* previos a cada inmersión con tal de definir los trabajos a realizar. De esta forma, se ha determinado prospectar mediante transectos y calles el área de afección considerada, y mediante radiales circulares las anomalías identificadas en las lecturas del SBL (Plano 4). Se han utilizado para ello cabos guía y boyas de señalización en superficie como ejes de referencia con su respectivo geoposicionamiento. Las inmersiones han sido realizadas siempre en pareja con una distancia no superior a los dos metros debido a la escasa visibilidad, sobre todo en la zona de afección donde el aporte sedimentario del río Anna es muy notorio. En cuanto a la línea de costa y al seguimiento de la geofísica a bordo de la embarcación de

la empresa BATITOP S.L., el equipo director se ha dividido para realizar ambas tareas en la misma jornada, ocupándose un técnico de visionar el monitor del Scanner y el otro de realizar la prospección visual hasta la cota de -2 metros con *tracks* georreferenciados (Plano 4).

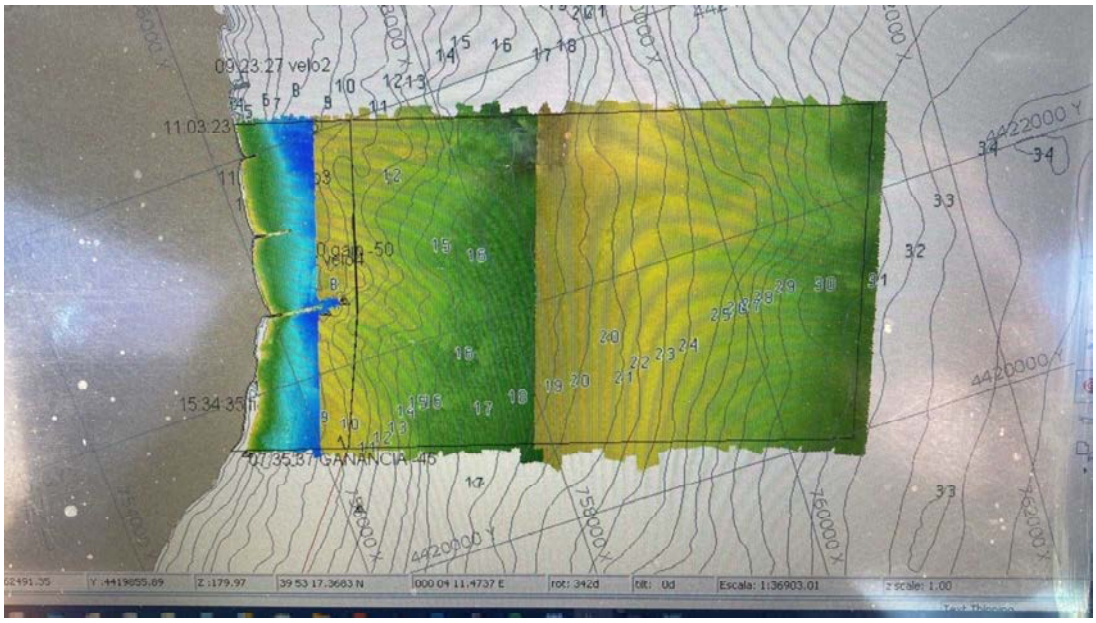


Fig. 3. Scanner del área de estudio efectuado por la empresa BATITOP S.L.

Todas las anomalías detectadas han sido posicionadas con coordenadas absolutas U.T.M. (ETRS 89) con GPS diferencial para su posterior identificación, así como todos y cada uno de los elementos localizados o los posibles hallazgos arqueológicos, siendo en este caso inexistentes.

La revisión de las lecturas desprendidas del SBL ha significado la cobertura del 100% del polígono proyectado. La revisión de todo este amplio espectro ha sido llevada a cabo por el equipo técnico en el laboratorio con tal de identificar posibles restos o bienes patrimoniales sobre el ortomosaico, identificando en una primera lectura hasta 9 posibles anomalías (Plano 2). De estas, se han descartado 4 al no considerarse potenciales de pertenecer a vestigios navales, artefactos patrimoniales, bienes protegidos, restos materiales, etc. por su inexacta morfología, pobre reflejo acústico, características no asociables a elementos arqueológicos u etnológicos o encontrarse fuera del polígono

proyectado y por lo tanto fuera del área de afección, siempre bajo la aplicación de un criterio científico por los técnicos especializados de este informe. Sin embargo, sí se han considerado válidas para la identificación *in situ* 5 de las anomalías (Plano 3), planificando para su comprobación la metodología más adecuada para llevar a cabo la prospección visual. A pesar de esto, tanto los descartes como las validaciones, se han procesado de igual manera para obtener las coordenadas de referencia y quedar reflejadas en este informe, cuyo listado se describe en la siguiente tabla:

Anomalías desprendidas del SBL	**Coordenada X (UTM-ETRS89/H30)**	**Coordenada Y (UTM-ETRS89/H30)**	**VÁLIDAS**	**DESCARTES**
Núm. 1	755872	4422366		**X**
Núm. 2	756011	4422289		**X**
Núm. 3	756417	4421565		**X**
Núm. 4	756733	4423783	**X**	
Núm. 5	756773	4423758	**X**	
Núm. 6	756827	4423769	**X**	
Núm. 7	756444	4423994	**X**	
Núm. 8	756630	4424151	**X**	
Núm. 9	756671	4423243		**X**

De las anomalías validadas en el laboratorio previamente a las inmersiones (5), han sido comprobadas un total de 5, resultando negativas todas ellas en términos patrimoniales, utilizándose una metodología de prospección mediante transectos hasta la coordenada identificativa y reconocimiento *in situ* mediante radiales circulares.

En cuanto a la prospección visual del tramo de playa seca y sumergida (cota 0 a la -2m), se ha efectuado mediante transectos lineales con una boya de señalización en la superficie con tal de marcar posibles hallazgos, aunque ha resultado 100% negativa.

En la siguiente tabla aparece un resumen estadístico de los trabajos de prospección realizados en el área objeto de estudio:

Prospección terrestre y subacuática	Duración (min.)	Longitud (m)	Área (Ha.)	Transectos	Radiales
Track 1	79 min.	3.574 m.	13,14 Ha.	2	0
Track 2	93 min.	2.104 m.	4,89 Ha.	2	0
Track 3	70 min.	2.487 m.	5,64 Ha.	3	2
Track 4	155 min.	1.316 m.	3,77 Ha.	4	3
Track 5	131 min.	872 m.	2,81 Ha.	3	2
Total	**528 min.**	**10.353 m.**	**30,25 Ha.**	**14**	**7**

El equipo técnico ha realizado cinco *tracks logs* monitorizados con GPS y coordenadas UTM-ETRS89/H30 que han consistido en 14 transectos y 7 radiales de búsqueda en los que se han recorrido 10.353 metros abarcando una superficie total de 30,25 hectáreas. Puntualmente se han realizado catas manuales tras la detección y aviso de los magnetómetros con el objetivo de identificar cualquier resto material, utilizándose durante la prospección arqueológica dos de estos instrumentos, en las que solo se ha podido documentar un fragmento de cadufo, basura y algún arte de pesca.

El *track 1* corresponde al transecto realizado por playa seca al norte del río Mijares, con una duración de 79 minutos y una distancia total de 3.574 metros, cubriendo un área de 13 hectáreas. El objetivo de este recorrido era identificar algún tipo de material cerámico, partes estructurales de barcos o elementos metálicos en el margen terrestre que estuvieran relacionados con el yacimiento de Benafelí. Se han utilizado magnetómetros de mano para la detección en playa y GPS diferencial para grabar el transecto junto a los posibles hallazgos.

El *track 2* corresponde al transecto realizado por playa seca al sur del río Mijares, con una duración de 93 minutos y una distancia total de 2.104 metros, cubriendo un área de 4,89 hectáreas. El objetivo de este recorrido era identificar algún tipo de material cerámico, partes estructurales de barcos o elementos metálicos en el margen terrestre de las golas del río, tanto la norte como la sur, visualizando únicamente un fragmento de cadufo. Se han utilizado magnetómetros de mano para la detección y GPS diferencial para grabar el transecto junto a los posibles hallazgos.

El *track* 3 corresponde al recorrido realizado por playa sumergida, suponiendo un total de 3 transectos y dos radiales de búsqueda. Además, se ha realizado la prospección

de toda la zona inserta dentro del área de afección propuesta para la Torre y Benafelí. La distancia recorrida ha sido de 2.487 metros, abarcando una superficie de 5,64 hectáreas. El objetivo de este recorrido era identificar algún tipo de material cerámico, partes estructurales de barcos o elementos metálicos entre la línea de costa y la cota de -2 metros. Se han utilizado magnetómetros de mano para la detección en playa sumergida y GPS diferencial para grabar el transecto junto a los posibles hallazgos.

El t*rack* 4 corresponde al recorrido realizado mediante inmersión para el reconocimiento de las anomalías 4, 5 y 6, suponiendo un total de 4 transectos y tres radiales de búsqueda. Además, se ha realizado la prospección de toda la zona inserta dentro del área de afección propuesta para Benafelí. La distancia recorrida ha sido de 2.487 metros, abarcando una superficie de 5,64 hectáreas. El objetivo era reconocer elementos navales y/o materiales cerámicos asociados a este yacimiento, resultando negativo.

El *track* 5 corresponde al recorrido realizado mediante inmersión para el reconocimiento de las anomalías 7 y 8, suponiendo un total de 3 transectos y dos radiales de búsqueda. Esta inspección ha servido para prospectar el área más cercana a Benafelí, inserta dentro del área de afección, descartando cualquier resto patrimonial. La distancia recorrida ha sido de 872 metros y una superficie de 2,81 hectáreas con una duración de 131 minutos.

Los cinco *tracks* se han realizado en 528 minutos, durante los cuales se han recorrido 10.353 metros, más las 7 radiales intensivas efectuadas según la búsqueda de las anomalías u otros condicionantes, variando sus diámetros entre los 5, 10, 15 y 20 metros. Todos los *tracks logs* han sido volcados al programa de Garmin, extrayéndose los datos para posteriormente analizarlos con el software libre QGIS, donde se han terminado de representar los transectos y las radiales, permitiendo georreferenciar todas y cada una de las actuaciones llevadas a cabo.

Para todos los trabajos de prospección, ya sea en tierra o en agua, se ha utilizado la misma metodología básica, variando únicamente en el número de arqueólogos, siendo una pareja en los reconocimientos mediante inmersiones y de manera individual en los tramos de playa seca/sumergida y para el seguimiento de la geofísica. Los resultados han sido semejantes para toda el área cubierta, predominando los fondos arenosos con *ripples* y una barrera de cantos en la línea de costa para reducir el impacto del oleaje y el desnivel

entre playa y mar. En el tramo cercano a la desembocadura del río Mijares sí que se ha observado una mayor acumulación de cantos y bolos de río, además de una disminución de la visibilidad. En definitiva, solo se ha podido documentar tanto visualmente como mediante la utilización de detectores metálicos, basura y artes de pesca actuales, sin rastros de patrimonio arqueológico subacuático. La identificación de anomalías tampoco ha supuesto el hallazgo de cualquier elemento arqueológico o patrimonial.

4.2. Actuaciones arqueológicas

(1) Jornada del 22 de febrero de 2023

En esta jornada se han realizado los trabajos de monitorización y seguimiento de los parámetros obtenidos a través del sonar de barrido lateral a bordo de la embarcación ya descrita, por el técnico Jorge Blázquez. A su vez, el otro codirector, Carlos Verdasco, se ha encargado de realizar la prospección visual de toda la línea de costa hasta la isóbata de -2 metros dentro del polígono (Plano 4).

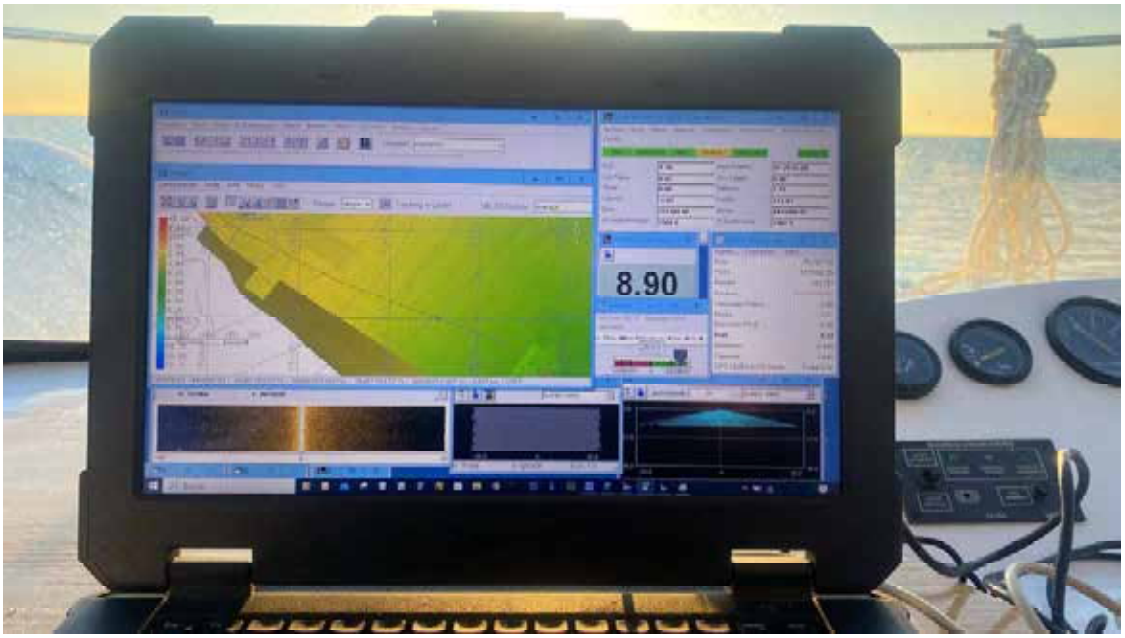


Figura 4. Monitorización del trabajo de geofísica para el reconocimiento de anomalías.

Para la monitorización, se tomaban notas en el momento de las posibles anomalías detectadas con el levantamiento topo-batimétrico de la zona de estudio, describiéndose rasgos físicos, sombras aparentes, volúmenes sospechosos, reflejos acústicos, etc. gracias a los programas de software HYPACK, SURVEY y PROF NADIR. La metodología aplicada por la embarcación ha sido la de transectos de ida y vuelta bidireccionales de norte a sur con un ancho de banda de 25 metros por calle a una velocidad máxima de 3 nudos, cubriendo en su totalidad el área de estudio. Una vez realizado el levantamiento de la totalidad del área, se ha procesado la información con tal de obtener un ortomosaico del polígono, prestando especial interés al área de afección propuesta. Este ortomosaico se compone de despliegues que han sido revisados por el equipo técnico, identificando en total 9 anomalías de las que han sido validadas 5 (Plano 3) para su comprobación a posteriori en las inmersiones de los días 13 y 18 de marzo de 2023. Con relación a estas, se describen *a priori*:

I. Núm. 4: Posible elemento con forma circular y volumen apreciable de 4 metros de diámetro.
II. Núm. 5: Sombra alargada de 21x9 metros de ancho.
III. Núm. 6: Posible acumulación pétrea inusual con forma trapezoidal de 15x18 metros de lado. Sombras y volúmenes.
IV. Núm. 7: Volumen indeterminado en el espigón 2 de la playa de la Torre.
V. Núm. 8: Forma alargada y estilizada de unos 6 metros de largo por 2 metros de ancho. Orientación NW-SE.

Figura 5. Ortomosaico obtenido del Sonar de Barrido Lateral (SBL).

Para la prospección de la playa seca y sumergida, se ha utilizado un GPS diferencial para marcar los posibles hallazgos, así como un magnetómetro de mano con tal de identificar posibles restos enterrados. La metodología aplicada ha sido la de transectos lineales abarcando toda la franja de costa hasta los -2 metros, estando equipado el técnico Carlos Verdasco con neopreno, gafas y tubo respiratorio en los tramos donde el agua cubría por encima de la cintura. Se ha cubierto la totalidad del área de playa seca y sumergida dentro del polígono objeto de estudio sin detectar posibles restos arqueológicos (Plano 4).

Fig. 6. Fragmento de cadufo localizado en la prospección terrestre.

(2) Jornada del 13 de marzo de 2023

En esta jornada se ha llevado a cabo el reconocimiento de 3 anomalías (de las 5 validadas *a priori*), mediante inmersiones por los técnicos directores de este informe, siendo negativas todas ellas en términos patrimoniales.

Tras la realización de un briefing previo, se ha determinado centrar los trabajos de este día en el sector más alejado a la costa, llegando hasta los veriles de -8/-10 metros

para comprobar las anomalías 4, 5 y 6 (Plano 3). Los condicionantes marítimos han sido relativamente buenos para el trabajo de campo, pudiendo identificar cada una de las anomalías de forma clara. La visibilidad era aceptable, del orden de un metro de distancia. Toda esta área ha sido cubierta prácticamente en su totalidad, habiendo varias zonas de protección en el ámbito marítimo que inducían a pensar en posibles restos arqueológicos sumergidos, aunque no se ha identificado ninguno en estos términos.

En cuanto a lo que se refiere a la inspección y resultado de las 3 anomalías, se han identificado de la siguiente forma:

Núm. 4: Fondo pedregoso con alternancia de lenguas de roca.

Núm. 5: Acumulación de rocas de grandes dimensiones.

Núm. 6: Barra de roca con frondosa vegetación en la parte superior. Posidonia oceánica.

Fig. 7 y 8. Anomalías 4 y 5 identificadas en la prospección.

(3) Jornada del 17 de marzo de 2023

En esta jornada se ha llevado a cabo el reconocimiento de 2 anomalías (de las 5 validadas *a priori*), mediante inmersiones por los técnicos directores de este informe, siendo negativas 2 de estas. Además, se ha peinado toda el área cercana al yacimiento de Benafelí debido a su proximidad con la línea de costa y a su importancia histórico-cultural.

Tras la realización de un briefing previo, se ha determinado centrar los trabajos de este día en el sector próximo al yacimiento de Benafelí, comprobando un área extensa dentro de la afección al yacimiento y donde se localizaron en el laboratorio las anomalías 7 y 8 (Plano 3). Los condicionantes marítimos han vuelto a ser favorables para el trabajo de campo, pudiendo identificar ambas anomalías y descartar su posible adscripción a vestigios arqueológicos. La visibilidad era buena, aproximadamente de unos dos metros. Se ha pretendido abarcar casi la totalidad del área de afección propuesta dada la importancia y presencia de pecios en Benafelí, aunque no se ha identificado ningún elemento patrimonial asociado a estos naufragios.

En cuanto a lo que se refiere a la inspección y resultado de las 2 anomalías, se han identificado de la siguiente forma:

Núm. 7: Rocas de grandes dimensiones desplazadas del espigón cercano.

Núm. 8: Área de rocalla alternada con fondo plano arenoso (*ripples*).

Fig. 9. Arqueólogo subacuático durante el proceso de prospección.

En resumen, los datos obtenidos tras los trabajos de laboratorio y las jornadas de campo han significado el reconocimiento de todas y cada una de las anomalías detectadas con el sonar de barrido lateral, habiendo inspeccionado las 5 validadas por este equipo técnico de las 9 marcadas en una primera revisión, descartándose 4 de estas. Por lo tanto, ninguna se corresponde con bienes patrimoniales, arqueológicos o etnológicos, habiendo prospectado además las zonas con mayor afección que entraban en conflicto con el área de regeneración, obteniendo de igual forma resultados negativos.

5. Hallazgos más relevantes y valoración

A pesar de utilizar dos magnetómetros portátiles tanto en la prospección terrestre como en cada uno de los transectos subacuáticos, no se ha conseguido documentar ningún tipo de material arqueológico, resto estructural de navío u otro elemento patrimonial recurrente, así como tampoco identificar positivamente, en términos patrimoniales, ninguna de las 5 anomalías marcadas como válidas. Por lo tanto, tal y como se ha ido mencionando a lo largo de esta memoria, se puede **dictaminar la viabilidad del proyecto de regeneración de la playa de la Torre de Almassora** por parte de la promotora, ya que, en esta actuación de prospecciones arqueológicas terrestres y subacuáticas, se han obtenido **resultados negativos en cuanto al hallazgo de bienes patrimoniales.** La revisión de los yacimientos documentados por la DGPH en sus fichas de inventario, así como de su área de afección inmediata, tampoco han determinado un impacto negativo en su entorno al no encontrarse ningún elemento asociado a estos.

Bien es cierto que no **se puede descartar la presencia de restos y vestigios soterrados bajo la arena no visibles** en el momento de las inmersiones o no localizados a raíz de las lecturas desprendidas de la geofísica, las cuáles siempre presentan un error entre el 5-10%, además de ser un área muy extensa y habiendo experimentado una visibilidad media en los trabajos de campo. Con esto, queda abierta la posibilidad de hallazgos en futuras intervenciones subacuáticas al ser un espacio propenso a este tipo de descubrimientos dadas sus características históricas y culturales, quedando fijada la **obligatoriedad bajo legislación patrimonial, de efectuar prospecciones, seguimientos y estudios previos en la fase de anteproyecto en cualquier trabajo futuro de regeneración en la línea de playa de la Torre de Almassora y en las playas contiguas, con especial atención a todo el EPA de Benafelí.**

6. Resultados y conclusiones

La prospección subacuática realizada en Almassora, Castellón (S/Ref. 2023/0002-CS-SUA (CASCV: EXP. 377)) en el área comprendida entre la desembocadura del río Mijares y la Partida de la playa de la Torre con el cruce del Carrer Garbí, dentro del proyecto "Regeneración y estabilización de la playa de la Torre en Almassora, Castellón", cuyo promotor es el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), solicitado por la empresa GAMASER SL, y bajo la dirección técnica de los arqueólogos subacuáticos Jorge Blázquez Martínez y Carlos Verdasco Cebrián, proponía la realización de un proyecto de prospección geofísica y visual en fase de anteproyecto para determinar el grado de afección patrimonial que supondría la ejecución de este proyecto en la playa de Almassora. La posibilidad de encontrar restos arqueológicos o afectar a los ya existentes era una de las cuestiones a determinar a raíz de este informe técnico patrimonial, habiendo varias áreas subacuáticas con potencialidad de hallazgos, entrando en conflicto su área de protección con el polígono proyectado.

Habiendo realizado la prospección arqueológica, tanto geofísica como visual con detectores de metales de toda la zona motivo de estudio desde la orilla hasta los diez metros de profundidad, se da por finalizado el informe presentado. Aunque **la prospección ha resultado negativa**, sigue siendo necesario, basándonos en las fuentes escritas y en los antecedentes comentados al principio de este informe, el seguimiento arqueológico subacuático y terrestre en caso de efectuar trabajos similares en el futuro, ya que pueden quedar expuestos tras los temporales marítimos, restos patrimoniales no localizados en esta actuación. Cabe decir igualmente, que cualquier dragado en el puerto o cerca de este, exige de un control arqueológico por la más que probable existencia de restos arqueológicos debajo de la arena, sin descartar que los vestigios se encuentren en otro punto cercano, debajo de los espigones o incluso dentro del propio puerto, para lo que sería necesario un nuevo proyecto y permiso de actuación.

Las evidencias arqueológicas habidas en puntos marítimos de esta zona, principalmente localizadas al sur de puerto de Castellón, en EPA de Benafelí, inducen a pensar en un lugar de parada comercial con los asentamientos costeros e interiores, como nos muestran los pecios documentados en este entorno. El tráfico de mercancías vía marítima, incluso fluvial, era uno de los motores económicos y sociales en estos siglos pasados, quedando rastros de su ejecución a través de elementos perdidos en el mar,

embarcaciones hundidas o yacimientos terrestres asociados a esta red de comerciantes, recuperándose piezas y materiales en anteriores intervenciones arqueológicas. Los yacimientos subacuáticos relacionados con el área de estudio no han sido prospectados en esta actuación al encontrarse demasiado alejados del polígono proyectado para la regeneración. Las anomalías desprendidas del SBL también han resultado negativas tras las inspecciones subacuáticas, identificándose en algunos casos como simples barras de roca, piedras de grandes dimensiones o artes de pesca recientes. Parece posible que futuros vestigios puedan encontrarse tapados por las actuales dunas de arena o a una cota mayor bajo el fondo arenoso prospectado, imposible de vislumbrar con actuaciones superficiales, como son las prospecciones o las catas manuales.

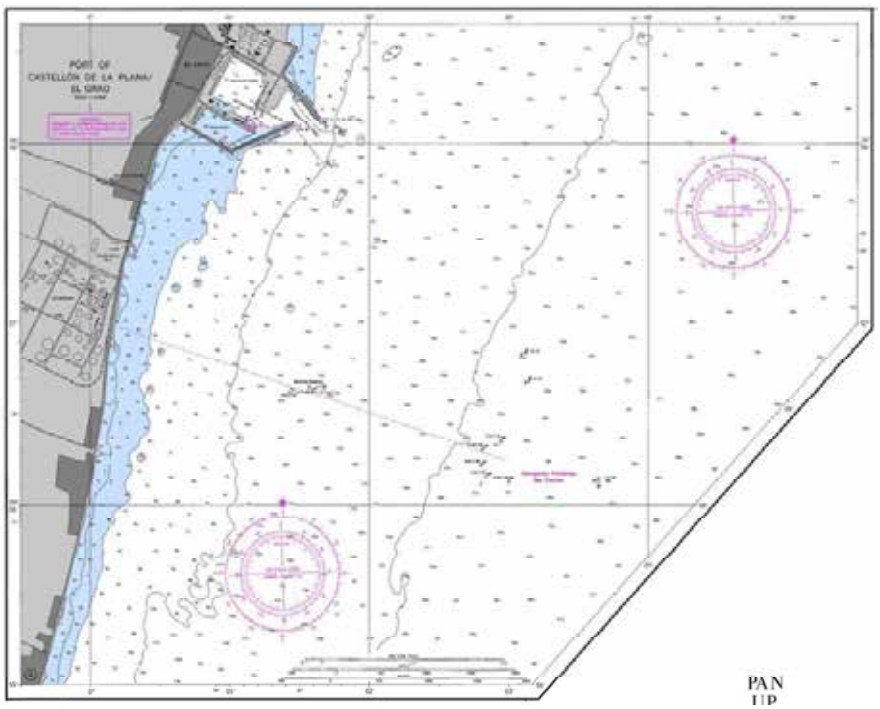
7. Inventario de materiales/fichas arqueológicas

Se ha creado una nueva ficha arqueológica en el inventario oficial de la Dirección General de Patrimonio Cultural con el nombre de: “Playa de la Torre y Benafelí”, a través del portal web de la Conselleria d’Educació Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana, que se puede consultar en: (http://www.cult.gva.es/dgpa/yacimiento), para que queden reflejadas las actuaciones de prospección efectuadas, y quede registro en el inventario oficial de yacimientos para futuras consultas y/o modificaciones.

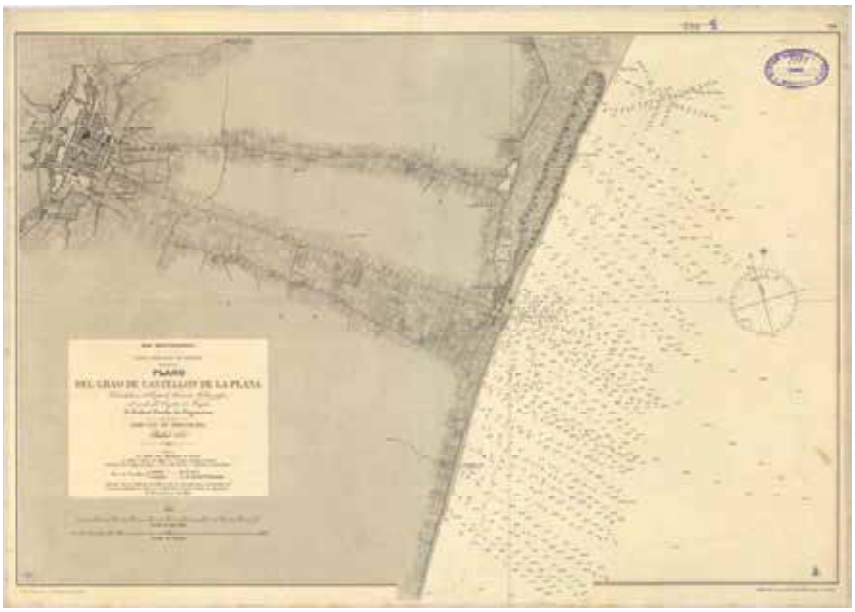
ANEXOS

Planos

Carta Náutica del Puerto de Castellón (OWJE)



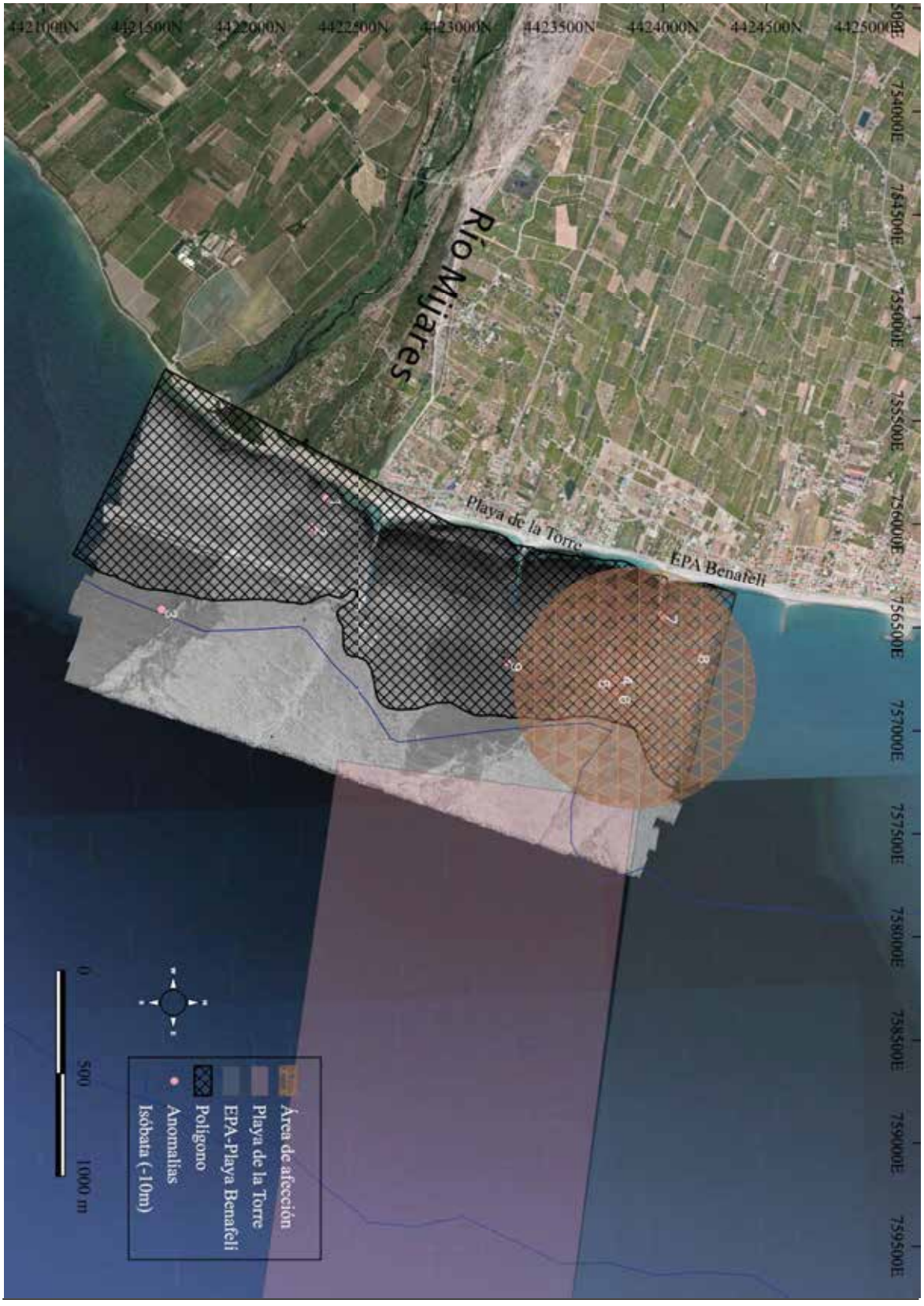
El Grao de Castellón en 1881 (IGN)



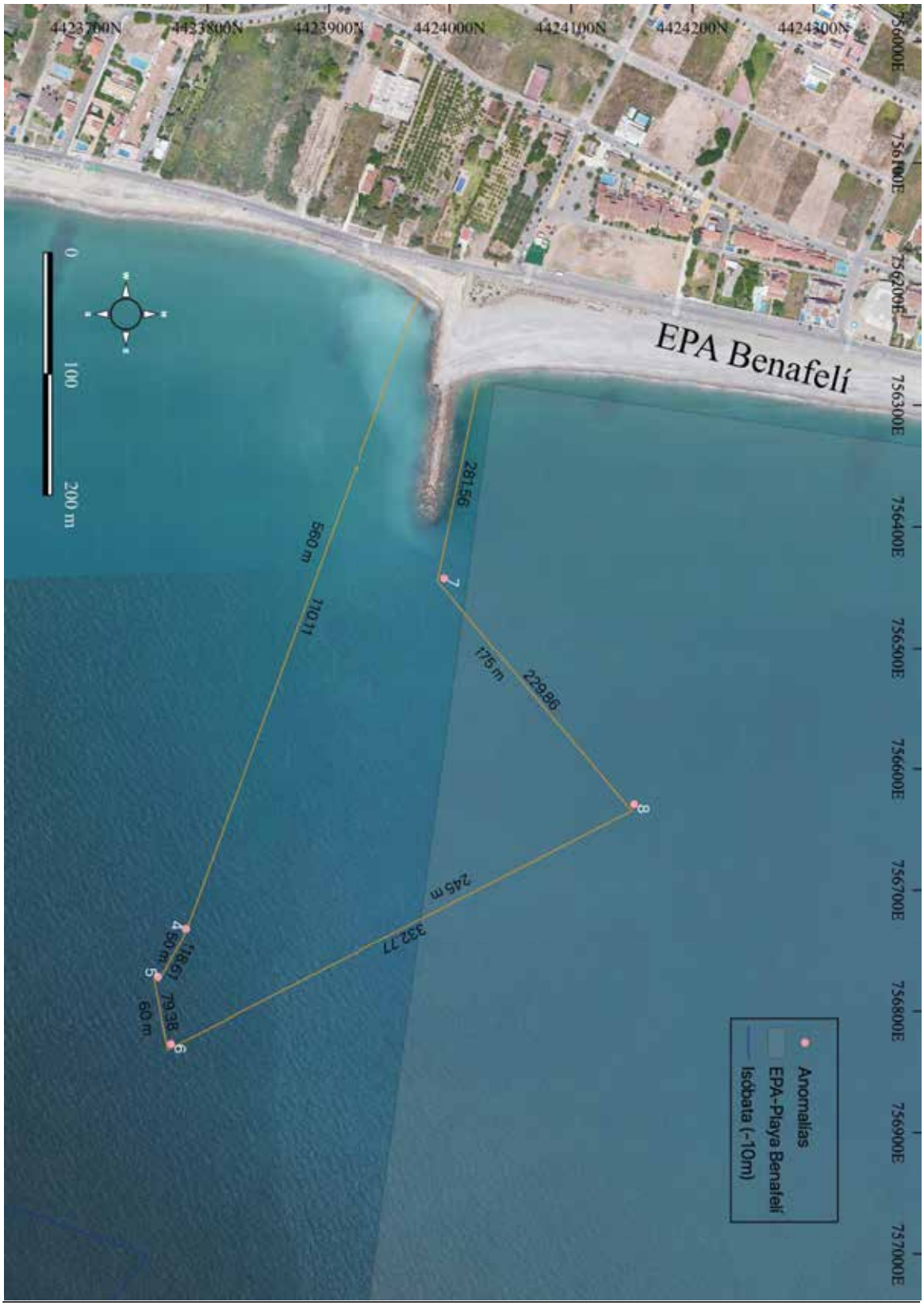
Plano 1

Almassora
Río Millars
Playa de la Torre
Playa de Benafelí
Polígono
291,50 Ha
Yacimiento subacuático
Playa de la Torre
EPA Benafelí
-25
1
2
3 km
Pecio Radajeli
Pecio romano
Pecio medieval
Área de dispersión (200m)
Área de afección
Playa de la Torre
EPA-Playa Benafelí
Polígono
Recinto amurallado
Puente de Santa Quitèria
Castillo Almassora
Área de afección BIC (500m)

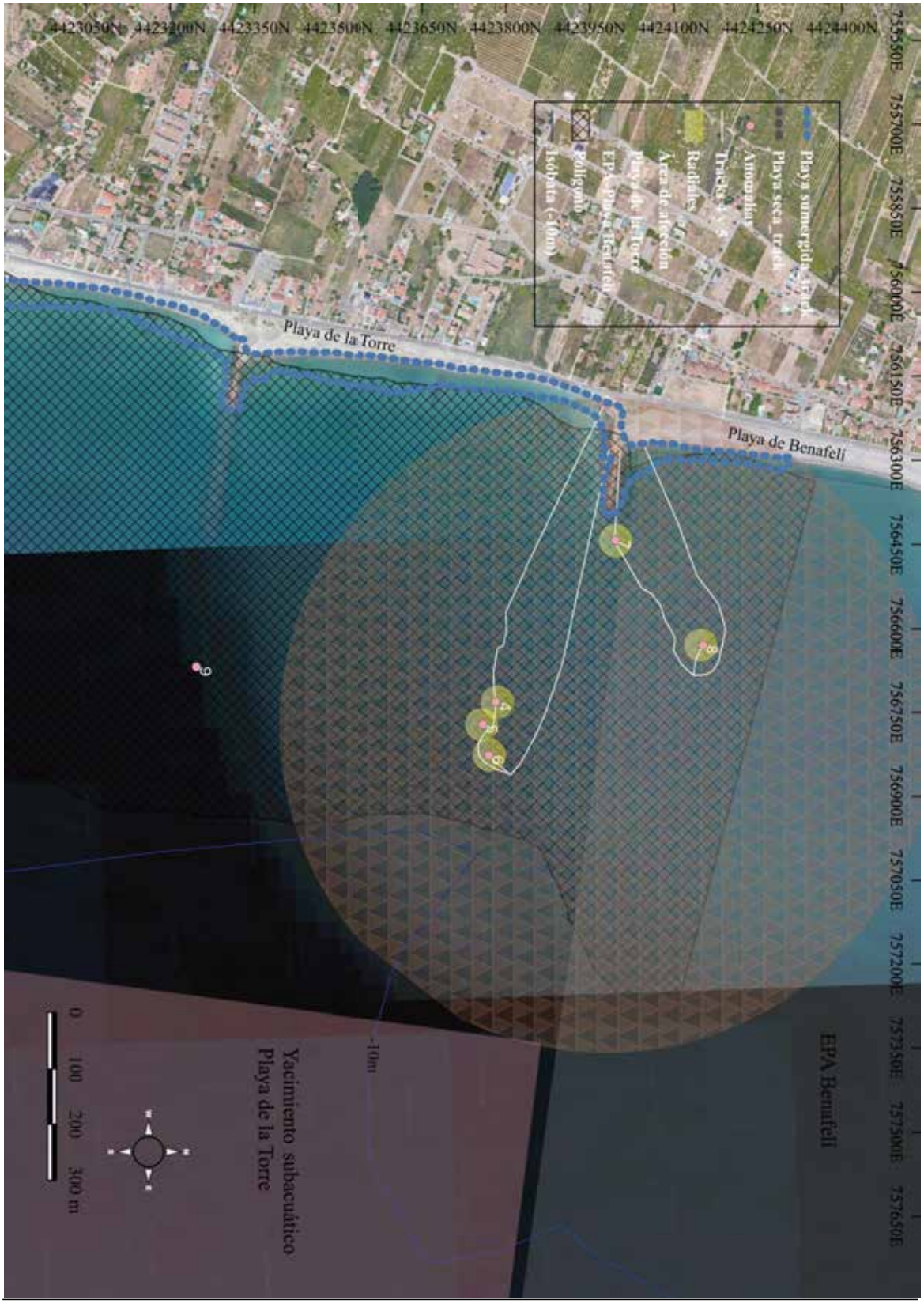
Plano 2


4421000N
4421500N
4422000N
4422500N
4423000N
4423500N
4424000N
4424500N
4425000N
754000E
754500E
755000E
755500E
756000E
756500E
757000E
757500E
758000E
758500E
759000E
759500E
Río Mijares
Playa de la Torre
EPA Benafeli
Área de afección
Playa de la Torre
EPA-Playa Benafeli
Polígono
Anomalías
Isóbata (-10m)
0
500
1000 m

Plano 3


4423700N
4423800N
4423900N
4424000N
4424100N
4424200N
4424300N
756000E
756100E
756200E
756300E
756400E
756500E
756600E
756700E
756800E
756900E
757000E
EPA Benafelí
0
100
200 m
281.56
560 m
110.11
175 m
229.86
245 m
332.77
118.51
79.38
60 m
7
8
9
6
Anomalías
EPA-Playa Benafelí
Isóbata (-10m)

Plano 4


4423050N
4423200N
4423350N
4423500N
4423650N
4423800N
4423950N
4424100N
4424250N
4424400N
755550E
755700E
755850E
756000E
756150E
756300E
756450E
756600E
756750E
756900E
757050E
757200E
757350E
757500E
757650E
Playa de la Torre
Playa de Benafelí
EPA Benafelí
Yacimiento subacuático
Playa de la Torre
-10m
0
100
200
300 m

ANEXO 3.3.2:
INFORME FAVORABLE PATRIMONIAL

Código seguro de Verificación : GEISER-cb6d-80e1-42c3-4725-87dd-b546-9f48-03c6 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Educació, Cultura i Esport

DIRECCIÓ GENERAL CULTURA I PATRIMONI
Monestir de Sant Miquel dels Reis
Av. Constitució, 284 46019 - València
Tel.: 963 87 4014
dgcultura@gva.es – www.gva.es

CENT de FUSTER 1922 - 2022

EXP.: 2023/0002-CS-SUA(CASCV: Exp. 377) **S.Ref. Exp. Nº 12-0329**

LOCALIDAD: ALMASSORA/ALMAZORA (CASTELLON)
EMPLAZAMIENTO: Costa entre playa Benafelí – Playa de La Torre
ASUNTO: **Informe Patrimonial.**
INTERESADOS: - D.G. de Sostenibilidad de la Costa y el Mar. Servicio Provincial de Costas (Castellón). C/Escultor Viciano, 2. 12002,Castellón de la Plana (Castellón).
- D. Alejo Muruaga Ilazarri, (GAMASER) C/ Corretger, 51, Parque Empresarial Táctica, 46980 Paterna, (Valencia). CIF B-96315577

Con fecha 20 de abril del 2023 se aporta a este Centro Directivo informe técnico correspondiente a la "Prospección arqueológica subacuática geofísica y visual playas Benafeli-La Torre" para el "Proyecto de regeneración arriba citado que afecta a un entorno marítimo-terrestre frente al T.M. de Almassora, Castellón, promovido por Servicio Provincial de Costas de Castellón (Dirección General de la Costa y del Mar, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), a los efectos previstos en el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano y Ley de Evaluación Ambiental.

Visto lo que dispone el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano y en el ejercicio de las competencias que atribuye a la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte la referida ley sectorial y dentro de la misma, las que el Reglamento Orgánico y Funcional de la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte, aprobado por Decreto 186/2017, de 24 de noviembre del Consell, asigna específicamente a la Dirección General de Cultura y Patrimonio. Todo ello de conformidad con el mandato contenido en los artículos 11.5 y 62 de la Ley 4/98, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano; por el artículo 19 del Decreto 107/2017 del Reglamento de regulación de las actuaciones arqueológicas en la Comunidad Valenciana y del Decreto 208/2010 del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambienta. Por lo que, visto el precepto indicado y de conformidad con el informe de los Servicios técnicos, y tras haber recabado los oportunos informes de los Servicios Técnicos, por la presente se sustancia el informe VINCULANTE legalmente previsto en los siguientes términos:

No existe afección al patrimonio cultural subacuático al no haberse hallado restos de esta índole, por lo que visto el precepto indicado y de conformidad con el informe de los Servicios técnicos, **SE INFORMA FAVORABLEMENTE** a los efectos patrimoniales contemplados en el art. 11 de la Ley 4/98, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, informe técnico correspondiente a la "Prospección arqueológica subacuática geofísica y visual playas Benafelí-La Torre (Castellón)", promovido por el Servicio Provincial de Costas de Castellón (D.G. de Sostenibilidad de la Costa y el Mar).

El presente informe se contrae a la documentación ambiental de la actuación, en los términos en que se ha descrito la misma literal y gráficamente, con la expresa advertencia de que si como consecuencia de la incidencia de las otras legislaciones sectoriales y protectoras, se produjeran variaciones con respecto a la propuesta ahora informada, deberá someterse la misma de nuevo al informe vinculante establecido en el art. 11 de la Ley 4/98, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.

Firmado por Mª Carmen Amoraga Toledo el 20/04/2023 13:33:05
Cargo: Directora General de Cultura y Patrimonio

CSV:VK6LI9D8:2I5KREFT:S725D4AZ **URL de validación:**https://www.tramita.gva.es/csv-front/index.faces?cadena=VK6LI9D8:2I5KREFT:S725D4AZ

ÁMBITO- PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	**GEISER-cb6d-80e1-42c3-4725-87dd-b546-9f48-03c6**	**24/04/2023 10:16:05 Horario peninsular**
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	Validez del documento
REGAGE23e00026000235	**https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida**	**Original**

GEISER-cb6d-80e1-42c3-4725-87dd-b546-9f48-03c6

ANEJO 3.4: ESTUDIO DE PLANEAMIENTO, DESLINDE DEL DPMT Y SITUACIÓN JURÍDICO-ADMINISTRATIVA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 PLANEAMIENTO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO 1
2.1 Clasificación de los Terrenos 1
2.2 Usos del suelo 5
3 SITUACIÓN JURÍDICO-ADMINISTRATIVA 7
3.1 Marco normativo 7
3.1.1 Dominio Público Marítimo-Terrestre 8
3.1.2 Zonas de Servidumbre 11
3.2 Análisis de la zona de actuación 14
3.2.1 Identificación y descripción catastral de las parcelas afectadas 14
3.2.2 Identificación y descripción de infraestructuras afectadas 26
3.2.3 Identificación y comprobación de accesos al mar 31

Anexo 3.4.1 Plano de DPMT y SP del Servicio Provincial de Costas de Castellón.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de calificación y cllasificación urbanística. Ámbito playa. De norte a sur. (1) 1
Figura 2. Áreas de calificación y cllasificación urbanística. Ámbito playa. De norte a sur. (2) 2
Figura 3. Áreas de ordenanza particular AO-8, ámbito Residencial Playa. De norte a sur. (1) 3
Figura 4. Áreas de ordenanza particular AO-8, ámbito Residencial Playa. De norte a sur. (2) 3
Figura 5. Dotaciones y espacios libres, ámbito Residencial Playa. (1) 4
Figura 6. Dotaciones y espacios libres, ámbito Residencial Playa. (2) 5
Figura 7. Usos del suelo según visor del Instituto Geográfico Nacional. 6
Figura 8. Sector sur de la C/ Partida Playa de la Torre → Paseo Marítimo 7

Figura 9. Esquema de la zona marítimo-terrestre, ribera del mar, servidumbres de tránsito y protección y zona de influencia, definidas por la Ley de Costas. 7

Figura 10. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6041155YK5264S a la 6142808YK5264S. 18

Figura 11. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300479 a la 12009A01300488. 18

Figura 12. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300489 a la 12009A01300502. 19

Figura 13. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300503 a la 6039083YK5263N. 19

Figura 14. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6039093YK5263N a la 6039048YK5263N. 20

Figura 15. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6039028YK5263N a la 6036209YK5263N. 20

Figura 16. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036210YK5263N a la 6036222YK5263N. 21

Figura 17. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036223YK5263N a la 6036238YK5263N. 21

Figura 18. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036240YK5263N a la 5935918YK5253N. 22

Figura 19. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5935919YK5253N a la 5934519YK5253S. 22

Figura 20. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5934520YK5253S a la 5932413YK5253S. 23

Figura 21. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932414YK5253S a la 5932465YK5253S. 23

Figura 22. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932421YK5253S a la 5932426YK5253S. 24

Figura 23. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932435YK5253S a la 5930210YK5253S. 24

Figura 24. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5930211YK5253S a la 5829341YK5252N. 25

Figura 25. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5829342YK5252N a la 5829349YK5252N. 25

Figura 26. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5829356YK5252N a la 5829358YK5252N. 26

Figura 27. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (1) 27

Figura 28. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (2) 28

Figura 29. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (3) 29

Figura 30. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre y Paseo Marítimo. 30

Figura 31. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Paseo Marítimo. 31

Figura 32. Paso para acceso peatonal al mar anegado por escollera en la vía Partida Playa Torre. Fuente: Google Maps 32

Figura 33. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte de la Playa de La Torre. (1) 33

Figura 34. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte de la Playa de La Torre. (2) 34

Figura 35. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte y celda sur de la Playa de La Torre. 35

Figura 36. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda sur de la Playa de La Torre. (1) 36

Figura 37. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda sur de la Playa de La Torre. (2)..... 37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación de referencias catastrales y superficies afectadas. Nota 1: Las superficies de la SP incluyen las superficies medidas del DPMT. 17

Tabla 2. Superficies afectadas de las vías urbanizadas. 27

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Estudio es englobar la zona de estudio dentro del marco jurídico-administrativo. Se desarrollarán para ello aspectos relacionados con la situación del Deslinde del área de Dominio Público Marítimo Terrestre y sus Servidumbres, calificación de los terrenos afectados en el planeamiento urbanístico, usos del suelo e identificación de las parcelas afectadas.

2 PLANEAMIENTO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

2.1 Clasificación de los Terrenos

Almazora cuenta con Plan General aprobado definitivamente por Resolución del Conseller de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes el 5 de noviembre de 1998.

En éste, los terrenos del borde costero y junto al mismo, objeto de actuación, están clasificados como **suelo urbano residencial** (ver Figura 1. y Figura 2.).

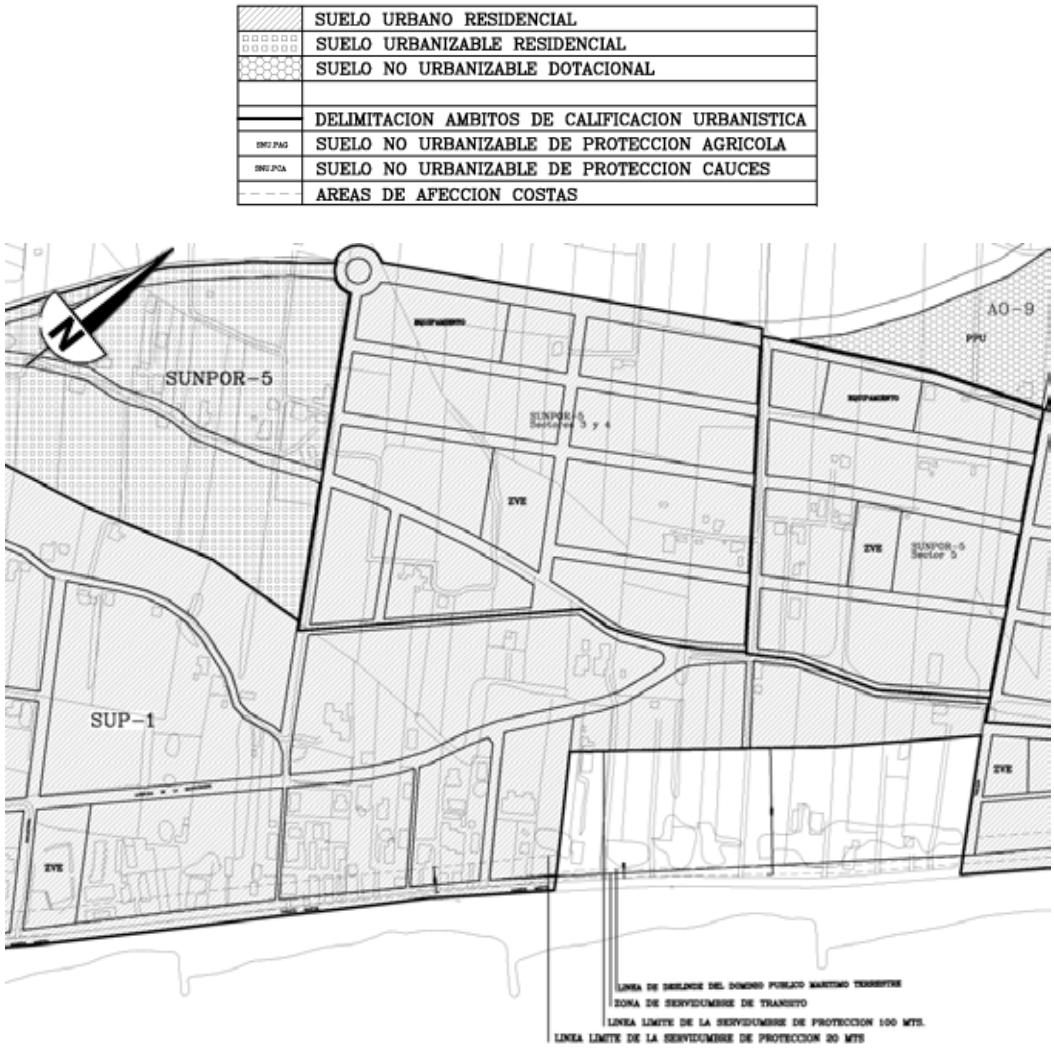


Figura 1. Áreas de calificación y cllasificación urbanística. Ámbito playa. De norte a sur. (1)

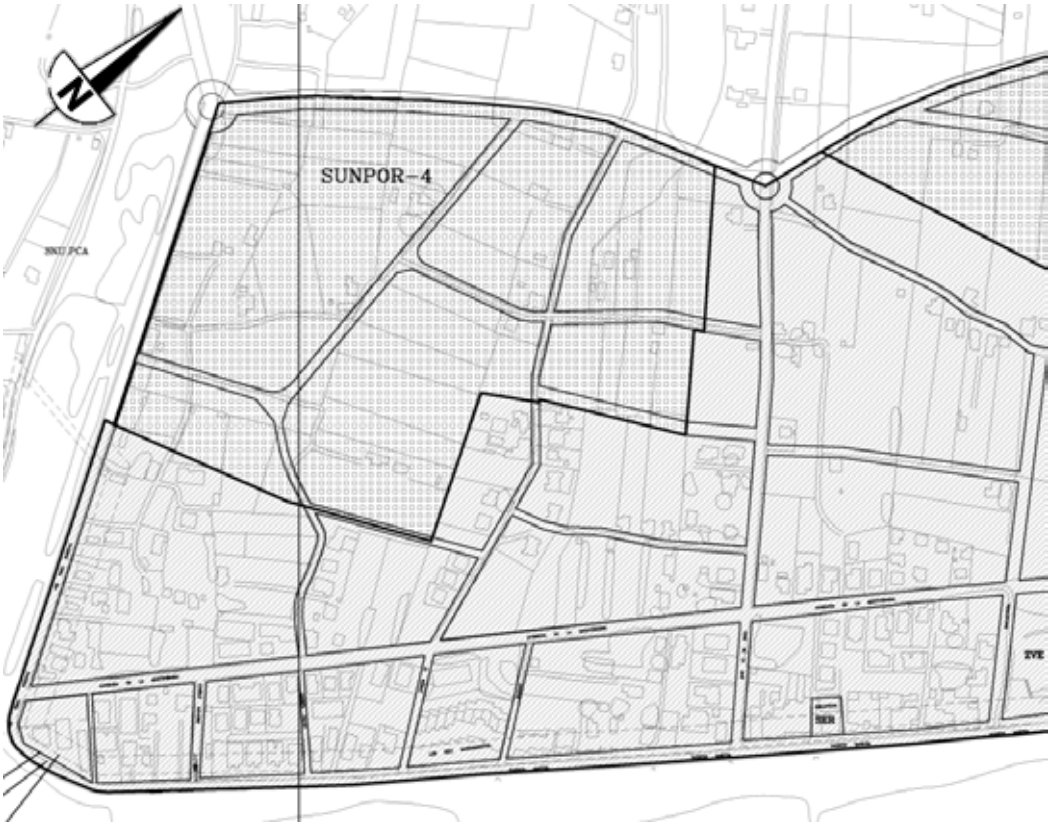


Figura 2. Áreas de calificación y cllasificación urbanística. Ámbito playa. De norte a sur. (2)

Toda la zona de actuación está clasificada en su trasdós como Suelo Urbano Residencial, a excepción de la zona situada en el trasdós de la celda norte de la Playa de La Torre ya que la línea límite de la servidumbre de protección se encuentra a 100 metros del borde costero.

Para el área de ordenanza particular del ámbito Residencial Playa (denominada AO-8) se considera un uso global **residencial** (en planta baja y planta piso) de tipología **unifamiliar aislada y unifamiliar adosada** (ver Figura 3. y Figura 4.), además de otros usos muy concretos definidos en la ordenanza particular del área de actuación del PGOU de Almazora.

	RESIDENCIAL AISLADA Y ADOSADA	AO-8
	ESPACIOS LIBRES, DOTACIONAL	AO-9
	DELIMITACION AMBITOS DE CALIFICACION URBANISTICA	
SNUPAG	SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION AGRICOLA	
SNUPCA	SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION CAUCES	
	AREAS DE AFECCION COSTAS	
	SERVIDUMBRES DE PROTECCION 20 Y 100 METROS	

SUPOR-1(**) SUPOR-2(**) UE-1 y UE-3 SUPOR-3(**) SUPOR-4(**) (SUNPOR-5 Sectores: 3-4-5-6)	SUELO TOTALMENTE DESARROLLADO MEDIANTE PROGRAMA DE ACTUACIÓN INTEGRADA. ACTUALMENTE SUELO URBANO RESIDENCIAL.
SUPOI-2(*) SUPOI-3(*) SUPOI-5(*) SUPOI-6(*) SUPOI-7(*) SUPOI-8(*)	SUELO TOTALMENTE DESARROLLADO MEDIANTE PROGRAMA DE ACTUACIÓN INTEGRADA. ACTUALMENTE SUELO URBANO INDUSTRIAL.

Figura 3. Áreas de ordenanza particular AO-8, ámbito Residencial Playa. De norte a sur. (1)

Figura 4. Áreas de ordenanza particular AO-8, ámbito Residencial Playa. De norte a sur. (2)

En cuanto a las dotaciones y espacios libres (ver Figura 5. y Figura 6.) que se localizan en el área de actuación se pueden identificar dos zonas diferentes:

- **ZVE (Dotacional Zona Verde)**
- **SER (Dotacional Específico)**

	DOTACIONAL ZONA VERDE
	DOTACIONAL PARQUE PUBLICO
	DOTACIONAL ESPECIFICO
	DELIMITACION AMBITOS DE CALIFICACION URBANISTICA
SNU.PAG	SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION AGRICOLA
SNU.PCA	SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION CAUCES
- - - -	AREAS DE AFECCION COSTAS
- - - -	SERVIDUMBRES DE PROTECCION 20 Y 100 METROS

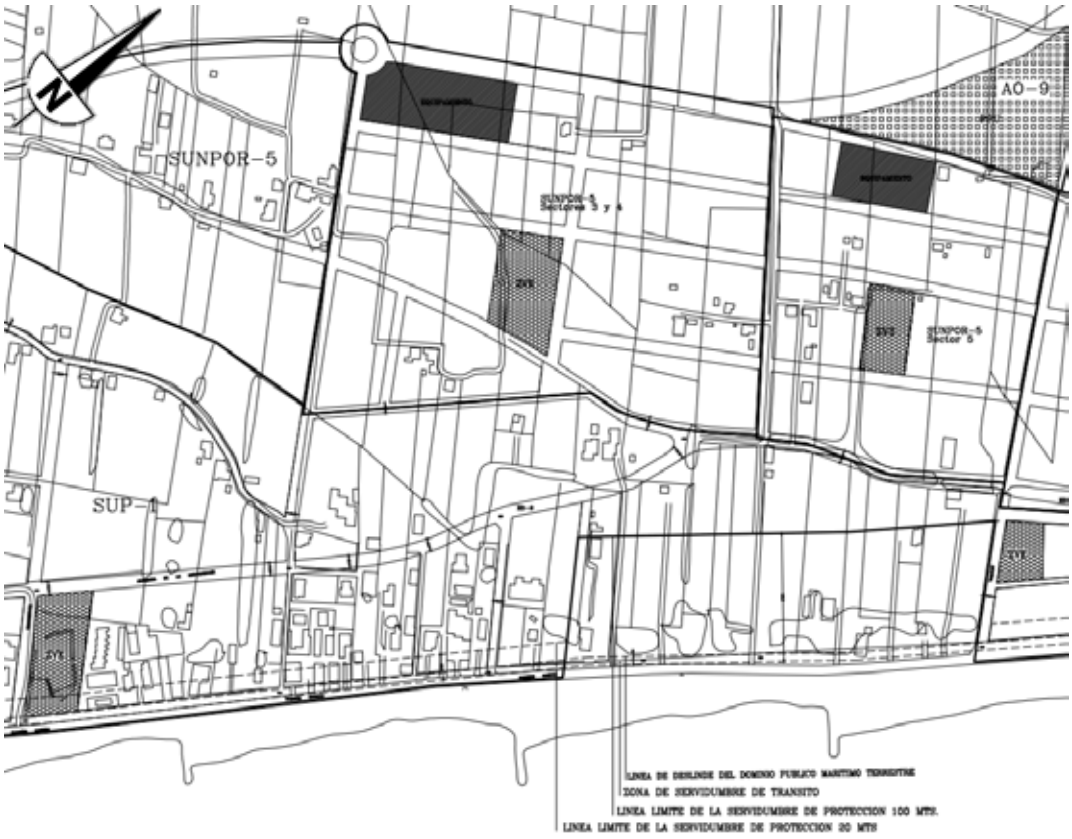


Figura 5. Dotaciones y espacios libres, ámbito Residencial Playa. (1)

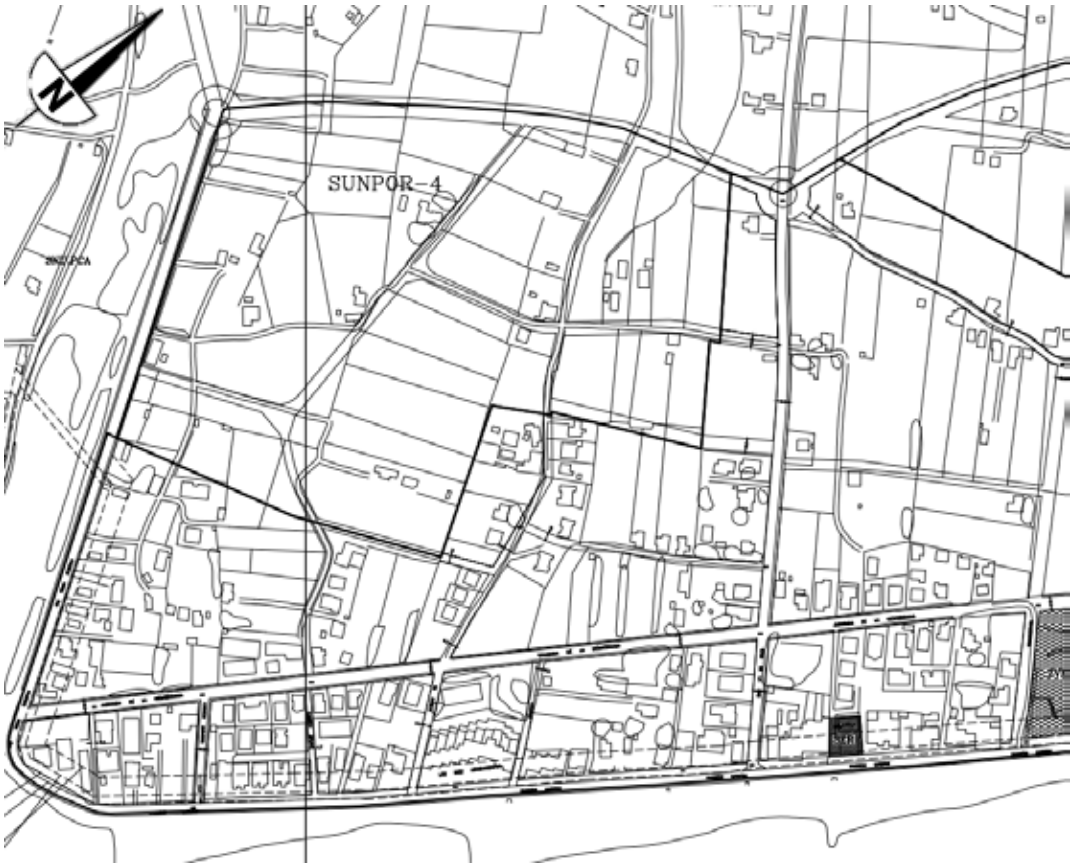


Figura 6. Dotaciones y espacios libres, ámbito Residencial Playa. (2)

2.2 Usos del suelo

Se han caracterizado los usos del suelo de los terrenos afectados por la actuación, establecidos en el "Sistema de información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE)" del Instituto Geográfico Nacional (IGN), como complemento a lo dispuesto en el plan de ordenación del territorio.

En la siguiente imagen se puede comprobar los usos de suelo y la cubierta terrestre según el visor proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional y la capa correspondiente a la ocupación del suelo:

Figura 7. Usos del suelo según visor del Instituto Geográfico Nacional.

En color verde claro, situado hacia el norte de la imagen, se encuentran las dos celdas que componen la playa de La Torre, cuya denominación es de "zonas terrestres sin uso económico y sin vegetación", más concretamente "playas, dunas o arenales".

Tras la playa de La Torre, hacia el interior, se encuentran viviendas unifamiliares de bajo porte, cuya zona se subdivide en dos, una sección de color rosa y otra sección de color rojo. La zona rosa se localiza tras la parte más hacia el norte de la celda norte de la playa de La Torre, la cual está catalogada como "suelo urbano discontinuo", más concretamente como un "área de transición" con un total de 28,37 Ha. En cuanto a la zona roja, esta se encuentra tras el resto de la playa de La Torre y también está catalogada como "suelo urbano discontinuo", en este caso "residencial", con un total de 25,62 Ha.

Inmediatamente al sur, en el cordón litoral del delta del rio Mijares denominado playa de Les Goles, se distinguen 3 tipos de zonas diferentes que son la amarilla, la verde oscura y la verde clara. La zona de color amarillo está dedicada a la agricultura, concretamente catalogada como combinación de "cultivos con vegetación", así como la zona de color verde claro que está catalogada de la misma manera, pero con la salvedad de que el uso del suelo se ha denominado "zona terrestre sin uso económico". En cuanto a las zonas verde oscuro también se denominan "zona terrestre sin uso económico", pero en este caso "compuesto por matorrales".

En cuanto a la playa de La Torre se puede establecer un grado de ocupación medio y con un grado de urbanización semi-urbana. La playa cuenta un vial denominado "Partida Playa La Torre" que, en su tramo meridional localizado en la celda sur de la playa, pasa a denominarse "Paseo Marítimo" disponiendo de un solo sentido de circulación y de un carril adosado para el tránsito peatonal y ciclista, tal y como se muestra en la fotografía a continuación. La actividad comercial en la zona es muy baja o incluso nula debido a que únicamente se encuentran viviendas unifamiliares sin locales comerciales.

Figura 8. Sector sur de la C/ Partida Playa de la Torre → Paseo Marítimo.

3 SITUACIÓN JURÍDICO-ADMINISTRATIVA

3.1 Marco normativo

De acuerdo con la *Ley de Costas de 1988*, y su modificación por la *Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral*, para la determinación del dominio público marítimo-terrestre (DPMT) se practican, por la Administración del Estado, los oportunos deslindes, ateniéndose a las características de los bienes que lo integran. De este modo se diferencian las superficies pertenecientes al DPMT y las zonas de servidumbre.

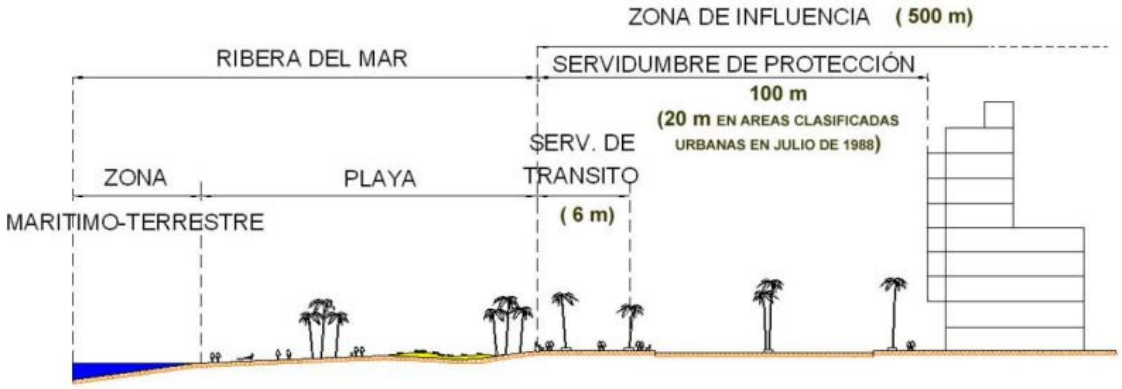


Figura 9. Esquema de la zona marítimo-terrestre, ribera del mar, servidumbres de tránsito y protección y zona de influencia, definidas por la Ley de Costas[1].

[1] "Directrices para el tratamiento del borde costero". Dirección General de Costas, Ministerio de Medio Ambiente.

El presente apartado se elabora con base en las siguientes disposiciones vigentes:

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

Y en atención a las siguientes recomendaciones:

- Directrices para el tratamiento del borde costero. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. Dirección General de Costas. Ministerio de Medio Ambiente.
- Directrices sobre actuaciones en playa. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. Dirección General de Costas. Ministerio de Medio Ambiente.

3.1.1 Dominio Público Marítimo-Terrestre

Son bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre estatal, en virtud de lo dispuesto en el artículo 132.2 de la Constitución Español y el artículo 3 de la Ley de 22/1988 de Costas:

1. La ribera del mar y de las rías, que incluye:

   a) La zona marítimo-terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos, de acuerdo con los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente, o cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.

   Se consideran incluidas en esta zona las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar.

   No obstante, no pasarán a formar parte del dominio público marítimo-terrestre aquellos terrenos que sean inundados artificial y controladamente, como consecuencia de obras o instalaciones realizadas al efecto, siempre que antes de la inundación no fueran de dominio público.

   b) Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.

2. El mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo, definidos y regulados por su legislación específica.

3. Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental, definidos y regulados por su legislación específica.

Pertenecen asimismo al dominio público marítimo-terrestre estatal:

1. Las accesiones a la ribera del mar por depósito de materiales o por retirada del mar, cualesquiera que sean las causas.

2. Los terrenos ganados al mar como consecuencia directa o indirecta de obras, y los desecados en su ribera.

3. Los terrenos cuya superficie sea invadida por el mar por causas distintas a las previstas en el último párrafo del punto 1, letra a), y en todo caso tendrán esta consideración los terrenos inundados que sean navegables.

4. Los acantilados sensiblemente verticales, que estén en contacto con el mar o con espacios de dominio público marítimo-terrestre, hasta su coronación.

5. Los terrenos deslindados como dominio público que por cualquier causa han perdido sus características naturales de playa, acantilado, o zona marítimo-terrestre, salvo lo previsto en el artículo 182.

6. Los islotes en aguas interiores y mar territorial.

7. Los terrenos incorporados por los concesionarios para completar la superficie de una concesión de dominio público marítimo-terrestre que les haya sido otorgada, cuando así se establezca en las cláusulas de la concesión.

8. Los terrenos colindantes con la ribera del mar que se adquieran para su incorporación al dominio público marítimo-terrestre.

9. Las obras e instalaciones construidas por el Estado en dicho dominio.

10. Las obras e instalaciones de iluminación de costas y señalización marítima, construidas por el Estado cualquiera que sea su localización, así como los terrenos afectados al servicio de las mismas, salvo lo previsto en el artículo 182.

11. Los puertos e instalaciones portuarias de titularidad estatal, que se regularán por su legislación específica.

[2] Artículo 18. Sólo podrá procederse a la desafectación de terrenos en el supuesto de los apartados 5 y 10 del artículo 4, previo informe preceptivo del Ayuntamiento y de la Comunidad Autónoma afectados y previa declaración de la innecesariedad a los efectos previstos en el artículo 17 sobre los terrenos Patrimonio del Estado. La desafectación deberá ser expresa y antes de proceder a ella habrán de practicarse los correspondientes deslindes.

Estos bienes de DPMT, conforme a lo dispuesto en el artículo 132.1 de la Constitución, son inalienables, imprescriptibles e inembargables, por lo que **no podrán existir terrenos de propiedad distinta de la demanial del Estado en** ninguna de las pertenencias del **dominio público marítimo-terrestre**, ni aun en el supuesto de terrenos ganados al mar o desecados en su ribera.

Artículo 14 Reglamento (RGC):

La Administración del Estado tiene el derecho y el deber de investigar la situación de los bienes y derechos que se presuman pertenecientes al dominio público marítimo-terrestre, a cuyo efecto podrá recabar todos los datos e informes que considere necesarios y promover la práctica del correspondiente deslinde.

Asimismo, tendrá la facultad de recuperación posesoria, de oficio y en cualquier tiempo sobre dichos bienes, según el procedimiento establecido en el artículo 17.

Artículo 15 Reglamento:

La potestad de investigación se ejercerá por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de oficio o a instancia de cualquier persona, a la que se notificará, en su caso, la incoación del expediente.

Iniciado el expediente de investigación, el Servicio Periférico de Costas practicará las pruebas que considere pertinentes para la constatación de las características físicas y de la situación jurídica los bienes investigados, pudiendo abrir, si lo considera oportuno, un período de información pública por el plazo de un mes.

Concluida la investigación se adoptará la resolución que resulte procedente entre las siguientes:

a) Promover expediente de recuperación posesoria.

b) Iniciar el correspondiente deslinde.

c) Archivar las actuaciones.

Artículo 16 RGC:

1. La potestad de recuperación posesoria se ejercerá por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de oficio o a instancia de cualquier persona.

2. Dicha potestad podrá ejercerse en todo caso respecto de bienes incluidos en el dominio público en virtud del deslinde. Cuando no exista deslinde, sólo podrá referirse a porciones de la ribera del mar o de este último, respecto de las que pueda acreditarse de forma plena e indubitada su carácter demanial.

Artículo 17 RGC:

1. Iniciado el expediente mediante providencia del Servicio Periférico de Costas, se notificará al ocupante para que en el plazo de ocho días alegue cuanto estime conveniente en su defensa.

2. La resolución y ejecución corresponderá al Servicio Periférico de Costas, que podrá solicitar del Delegado del Gobierno o Gobernador Civil la colaboración de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. Cuando sea necesario el desahucio, se seguirá el procedimiento establecido en los artículos 108 de la Ley de Costas y 201 de este Reglamento.

3. Lo dispuesto en los apartados anteriores se entiende sin perjuicio de la imposición de las sanciones administrativas que puedan resultar procedentes y de que la usurpación se ponga en conocimiento de la autoridad judicial cuando tenga apariencia de delito o falta.

3.1.2 Zonas de Servidumbre

3.1.2.1 Servidumbre de Protección

En virtud del artículo 23 de la Ley 22/1988 de Costas se establece que:

1. La servidumbre de protección recaerá sobre una zona de 100 metros medida tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar.
2. La extensión de esta zona podrá ser ampliada por la Administración del Estado, de acuerdo con la de la Comunidad Autónoma y el Ayuntamiento correspondiente, hasta un máximo de otros 100 metros, cuando sea necesario para asegurar la efectividad de la servidumbre, en atención a las peculiaridades del tramo de costa de que se trate.
3. En las márgenes de los ríos hasta donde sean sensibles las mareas la extensión de esta zona podrá reducirse por la Administración del Estado, de acuerdo con la Comunidad Autónoma y Ayuntamiento correspondiente, hasta un mínimo de 20 metros, en atención a las características geomorfológicas, a sus ambientes de vegetación, y a su distancia respecto de la desembocadura, conforme a lo que reglamentariamente se disponga.

En los terrenos comprendidos en esta zona se podrán realizar sin necesidad de autorización cultivos y plantaciones, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 27.

En los primeros 20 metros de esta zona se podrán depositar temporalmente objetos o materiales arrojados por el mar y realizar operaciones de salvamento marítimo; no podrán llevarse a cabo cerramientos, salvo en las siguientes condiciones:

a) Las paredes de las edificaciones debidamente autorizadas.

b) Los vallados perimetrales de cierre de parcelas colindantes con el dominio público marítimo-terrestre, que se podrán ejecutar de conformidad con lo determinado en el planeamiento urbanístico municipal, con la salvedad de que solo podrán ser totalmente opacos hasta una altura máxima de un metro.

c) Los vinculados a las concesiones en dominio público marítimo-terrestre con las características que se determinen en el título concesional.

En todo caso, deberá quedar libre la zona afectada por la servidumbre de tránsito.

En la zona de servidumbre de protección estarán prohibidos:

a) Las edificaciones destinadas a residencia o habitación, incluyendo las hoteleras, cualquiera que sea su régimen de explotación. Se excluirán de esta prohibición los campamentos debidamente autorizados con instalaciones desmontables.

b) La construcción o modificación de vías de transporte interurbanas cuyo trazado discurra longitudinalmente a lo largo de la zona de servidumbre de protección y las de intensidad de tráfico superior a 500 vehículos/día de media anual en el caso de carreteras, así como de sus áreas de servicio, quedando exceptuadas de dicha prohibición aquellas vías de transporte interurbanas cuya incidencia sea transversal, accidental o puntual.

c) Las actividades que impliquen la destrucción de yacimientos de áridos naturales o no consolidados, entendiéndose por tales los lugares donde existen acumulaciones de materiales detríticos tipo arenas o gravas. No entendiéndose incluido el aprovechamiento de los mismos para su aportación a las playas.

d) El tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión.

e) El vertido de residuos sólidos, escombros y aguas residuales sin depuración.

f) La publicidad a través de carteles o vallas o por medios acústicos o audiovisuales.

Con carácter ordinario, solo se permitirán en esta zona, las obras, instalaciones y actividades que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación, como los establecimientos de cultivo marino o las salinas marítimas, o aquellos que presten servicios necesarios o convenientes para el uso del dominio público marítimo-terrestre, así como las instalaciones deportivas descubiertas.

Sólo podrá permitirse la ejecución de desmontes y terraplenes, previa autorización, cuando la altura de aquéllos sea inferior a 3 metros, no perjudique al paisaje y se realice un adecuado tratamiento de sus taludes con plantaciones y recubrimientos. A partir de dicha altura, deberá realizarse una previa

evaluación de su necesidad y su incidencia sobre el dominio público marítimo-terrestre y sobre la zona de servidumbre de protección.

La tala de árboles sólo se podrá permitir cuando exista autorización previa del órgano competente en materia forestal y no merme significativamente las masas arboladas, debiendo recogerse expresamente en la autorización la exigencia de reforestación eficaz con especies autóctonas, que no dañen el paisaje y el equilibrio ecológico.

3.1.2.2 Servidumbre de Tránsito

En virtud del artículo 27 de la Ley 22/1988 de Costas se establece que:

1. La servidumbre de tránsito recaerá sobre una franja de 6 metros, medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar. Esta zona deberá dejarse permanentemente expedita para el paso público peatonal y para los vehículos de vigilancia y salvamento, salvo en espacios especialmente protegidos. La obligación de dejar expedita la zona de servidumbre de tránsito se refiere tanto al suelo como al vuelo y afecta a todos los usos que impidan la efectividad de la servidumbre.
2. En lugares de tránsito difícil o peligroso dicha anchura podrá ampliarse en lo que resulte necesario, hasta un máximo de 20 metros.
3. Esta zona podrá ser ocupada excepcionalmente por obras a realizar en el dominio público marítimo-terrestre. En tal caso se sustituirá la zona de servidumbre por otra nueva en condiciones análogas, en la forma en que se señale por la Administración del Estado. También podrá ser ocupada para la ejecución de paseos marítimos.

Los paseos marítimos se localizarán fuera de la ribera del mar y serán preferentemente peatonales.

Los cultivos en esta zona no impedirán el ejercicio de la servidumbre. Los daños que puedan producirse no serán objeto de indemnización.

3.1.2.3 Servidumbre de Acceso al Mar

En virtud del artículo 28 de la Ley 22/1988 de Costas se establece que:

1. La servidumbre de acceso público y gratuito al mar recaerá, en la forma que se determina en los números siguientes, sobre los terrenos colindantes o contiguos al dominio público marítimo-terrestre, en la longitud y anchura que demanden la naturaleza y finalidad del acceso.
2. Para asegurar el uso público del dominio público marítimo-terrestre, los planes y normas de ordenación territorial y urbanística del litoral establecerán, salvo en espacios calificados como

de especial protección, la previsión de suficientes accesos al mar y aparcamientos, fuera del dominio público marítimo-terrestre. A estos efectos, en las zonas urbanas y urbanizables, los de tráfico rodado deberán estar separados entre sí, como máximo, 500 metros, y los peatonales, 200 metros. Todos los accesos deberán estar señalizados y abiertos al uso público a su terminación.

3. Se declaran de utilidad pública a efectos de la expropiación o de la imposición de la servidumbre de paso por la Administración del Estado, los terrenos necesarios para la realización o modificación de otros accesos públicos al mar y aparcamientos, no incluidos en el apartado anterior.
4. No se permitirán en ningún caso obras o instalaciones que interrumpan el acceso al mar sin que se proponga por los interesados una solución alternativa que garantice su efectividad en condiciones análogas a las anteriores, a juicio de la Administración del Estado.

3.2 Análisis de la zona de actuación

3.2.1 Identificación y descripción catastral de las parcelas afectadas

Mediante la superposición de la línea de deslinde del DPMT y la línea límite de la Servidumbre de Protección (SP) actualmente vigente (aprobado el 25 de enero de 1974 para el tramo de costa "Almazora (tramo 1)" objeto de actuación entre el sur del Puerto de Castellón y el norte de la desembocadura del río Mijares, y por orden ministerial del 25/01/1974), con la de la información catastral obtenida de la *Sede Electrónica de la Dirección General del Catastro (SEC)*[3], se ha procedido a la identificación de las parcelas afectadas, así como al cálculo de la superficie de éstas que invade la zona clasificada como DPMT.

A continuación, se muestra un listado con la superficie afectada de cada una de las parcelas identificadas en la Sede del Catastro:

REFERENCIA CATASTRAL	SUP. SP (m²)	SUP. DPMT (m²)
6041155YK5264S	835,40	-
6041101YK5264S	4,54	-
12009A01300471	1483,26	10,04
12009A01300472	2192,67	10,83
6041103YK5264S	301,07	14,27
12009A01300474	1979,58	33,37
6142808YK5264S	68,72	-
12009A01300479	2251,02	33,45
12009A01300480	2024,93	66,53

[3] Dirección General del Catastro. Secretaría de Estado de Hacienda. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.

REFERENCIA CATASTRAL	SUP. SP (m²)	SUP. DPMT (m²)
12009A01300487	2062,53	60,60
12009A01300488	1007,84	-
12009A01300489	1148,01	-
12009A01300496	1094,88	-
12009A01300497	799,33	-
12009A01300498	894,25	-
12009A01301045	800,30	-
12009A01300499	906,51	-
12009A01300500	445,57	-
12009A01300501	478,63	-
12009A01300502	465,66	-
12009A01300503	1312,49	-
12009A01300504	1950,12	-
12009A01300505	1085,37	-
12009A01301060	768,25	-
12009A01301058	792,65	-
6039083YK5263N	245,83	-
6039093YK5263N	736,79	-
6039023YK5263N	321,27	-
6039047YK5263N	249,95	-
6039048YK5263N	291,64	-
6039028YK5263N	208,16	-
6039029YK5263N	327,09	-
6039032YK5263N	244,76	-
6039036YK5263N	223,50	-
6039037YK5263N	80,06	-
6036209YK5263N	292,69	-
6036210YK5263N	171,11	-
6036211YK5263N	148,75	-
6036212YK5263N	137,69	-
6036213YK5263N	95,42	-
6036214YK5263N	94,18	-
6036215YK5263N	168,99	-
6036221YK5263N	181,78	-
6036222YK5263N	236,18	-
6036223YK5263N	293,71	-
6036224YK5263N	124,15	-
6036225YK5263N	127,14	-
6036234YK5263N	120,54	-
6036235YK5263N	86,80	-
6036236YK5263N	68,22	-
6036237YK5263N	189,45	-
6036238YK5263N	209,33	-

REFERENCIA CATASTRAL	SUP. SP (m²)	SUP. DPMT (m²)
6036240YK5263N	586,34	-
6036241YK5263N	360,85	-
6036242YK5263N	361,83	-
5935918YK5253N	331,69	18,34
5935919YK5253N	196,08	-
5935920YK5253N	343,25	-
5934512YK5253S	208,08	-
5934513YK5253S	80,00	-
5934514YK5253S	132,04	-
5934515YK5253S	103,75	-
5934516YK5253S	135,73	-
5934517YK5253S	66,35	-
5934518YK5253S	63,33	-
5934519YK5253S	134,56	-
5934520YK5253S	323,61	-
5934521YK5253S	178,03	-
5934522YK5253S	171,34	-
5934523YK5253S	72,01	-
5934524YK5253S	70,83	-
5934525YK5253S	69,01	-
5934526YK5253S	60,80	-
5934527YK5253S	81,13	-
5934528YK5253S	121,35	-
5934529YK5253S	104,47	-
5932413YK5253S	293,83	-
5932414YK5253S	252,36	-
5932415YK5253S	246,63	-
5932416YK5253S	251,39	-
5932418YK5253S	474,92	12,51
5932419YK5253S	308,43	-
5932465YK5253S	461,16	16,92
5932421YK5253S	160,59	5,66
5932422YK5253S	154,25	-
5932423YK5253S	159,25	-
5932424YK5253S	185,75	-
5932425YK5253S	182,45	-
5932426YK5253S	128,48	-
5932435YK5253S	1661,60	90,07
5930210YK5253S	471,89	-
5930211YK5253S	168,52	-
5930212YK5253S	273,26	-
5930216YK5253S	193,47	-
5930217YK5253S	195,69	-

REFERENCIA CATASTRAL	SUP. SP (m²)	SUP. DPMT (m²)
5829336YK5252N	287,76	7,71
5829337YK5252N	156,28	5,66
5829338YK5252N	156,90	5,47
5829339YK5252N	178,00	7,18
5829340YK5252N	142,00	5,81
5829341YK5252N	162,34	6,89
5829342YK5252N	366,70	15,78
5829343YK5252N	156,70	5,00
5829386YK5252N	553,39	47,14
5829345YK5252N	109,56	8,84
5829346YK5252N	209,40	15,59
5829347YK5252N	317,31	22,09
5829348YK5252N	170,26	11,38
5829349YK5252N	282,52	17,80
5829356YK5252N	286,50	3,53
5829357YK5252N	855,68	-
5829358YK5252N	463,72	-

Tabla 1. Relación de referencias catastrales y superficies afectadas. Nota 1: Las superficies de la SP incluyen las superficies medidas del DPMT.

En las siguientes imágenes se presentan, de norte a sur, dichas parcelas y las superficies que invaden la SP y el DPMT sobre ortofoto capturada en la campaña de campo en marzo de 2023.

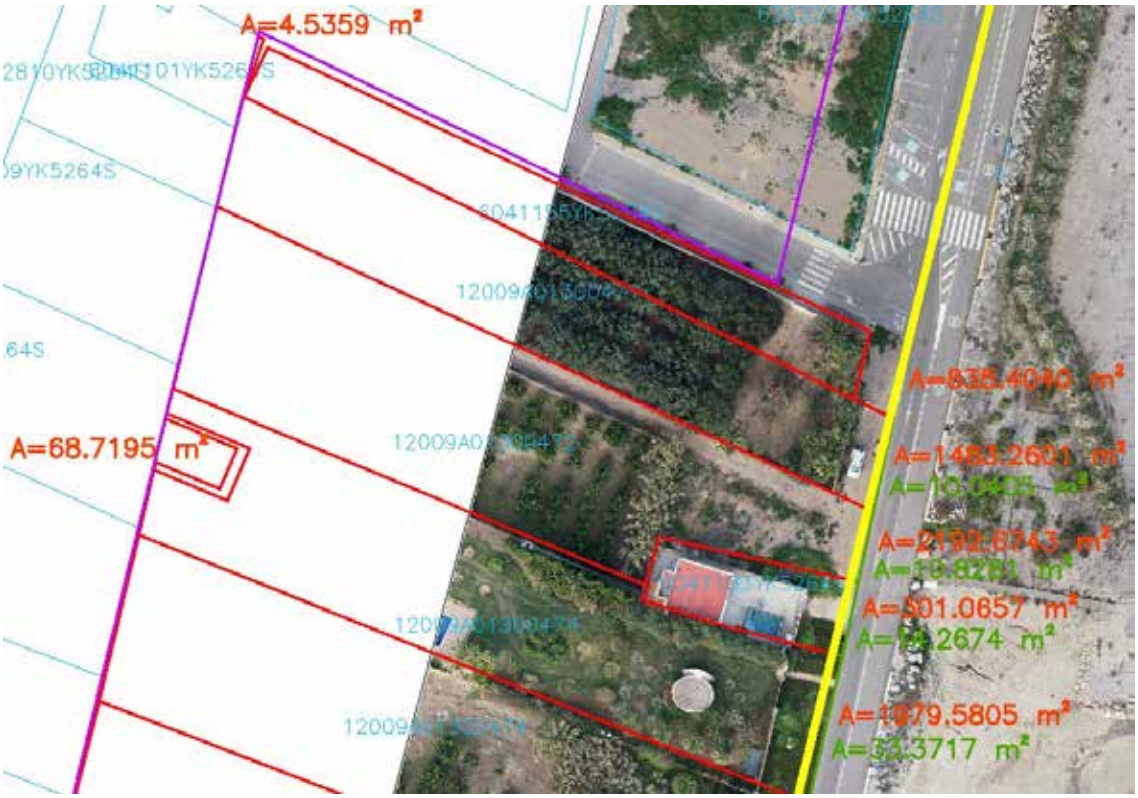


Figura 10. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6041155YK5264S a la 6142808YK5264S.

Figura 11. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300479 a la 12009A01300488.

Figura 12. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300489 a la 12009A01300502.

Figura 13. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 12009A01300503 a la 6039083YK5263N.

Figura 14. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6039093YK5263N a la 6039048YK5263N.

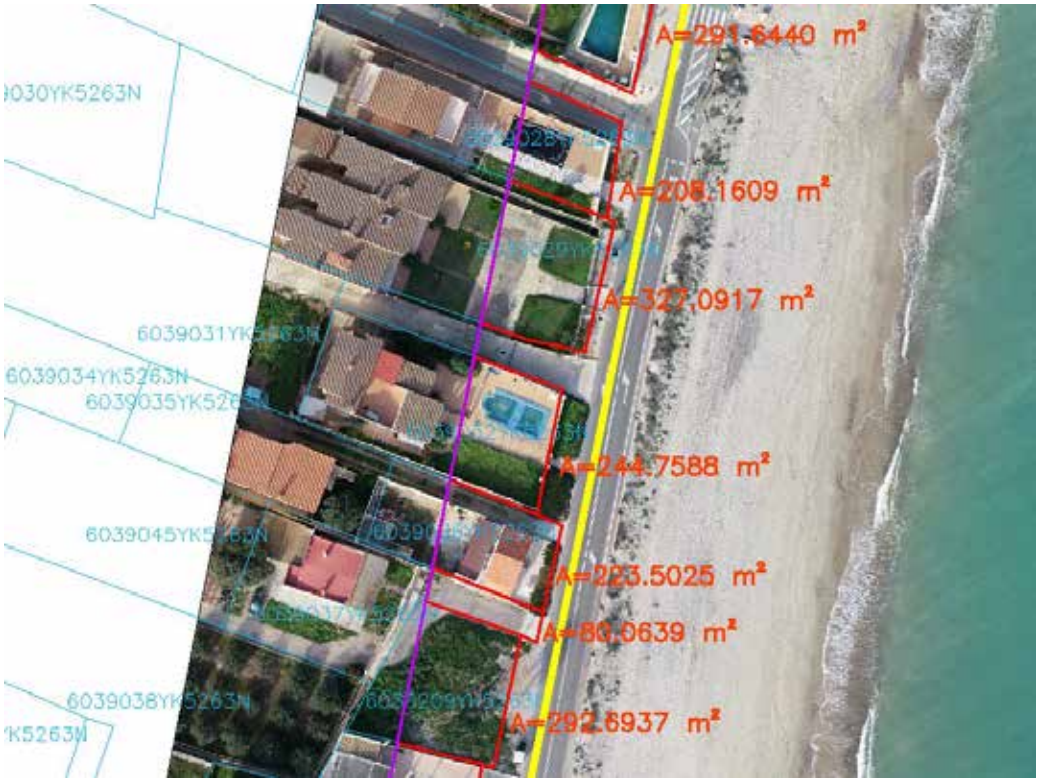


Figura 15. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6039028YK5263N a la 6036209YK5263N.

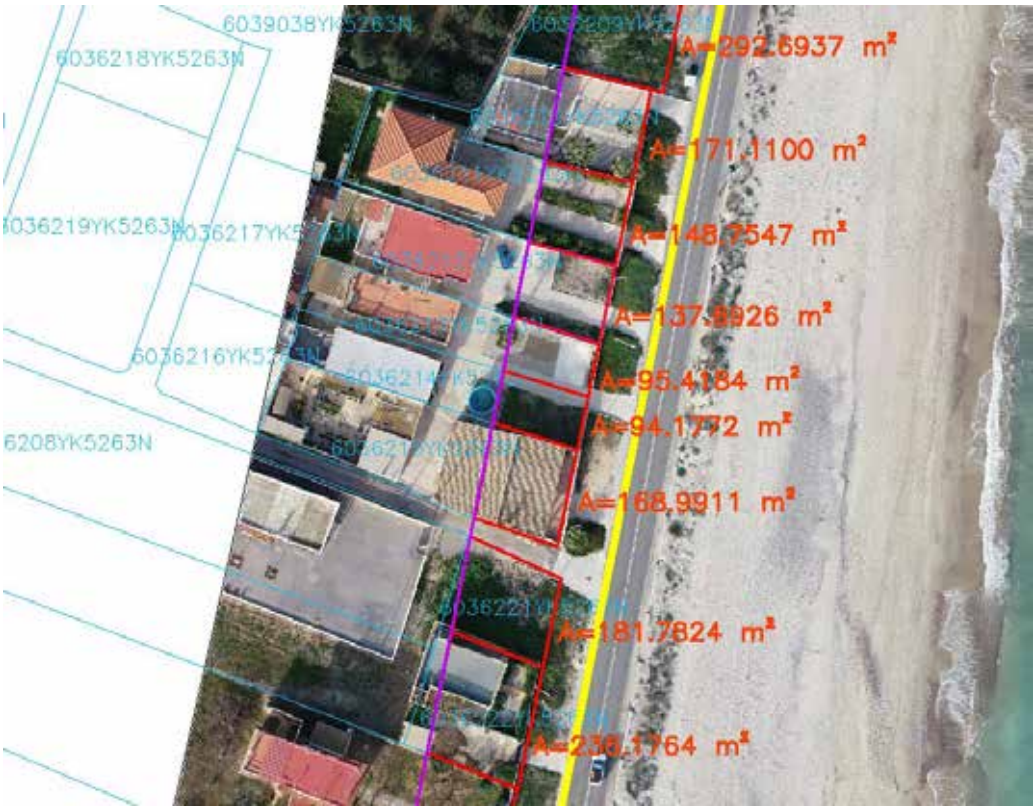


Figura 16. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036210YK5263N a la 6036222YK5263N.

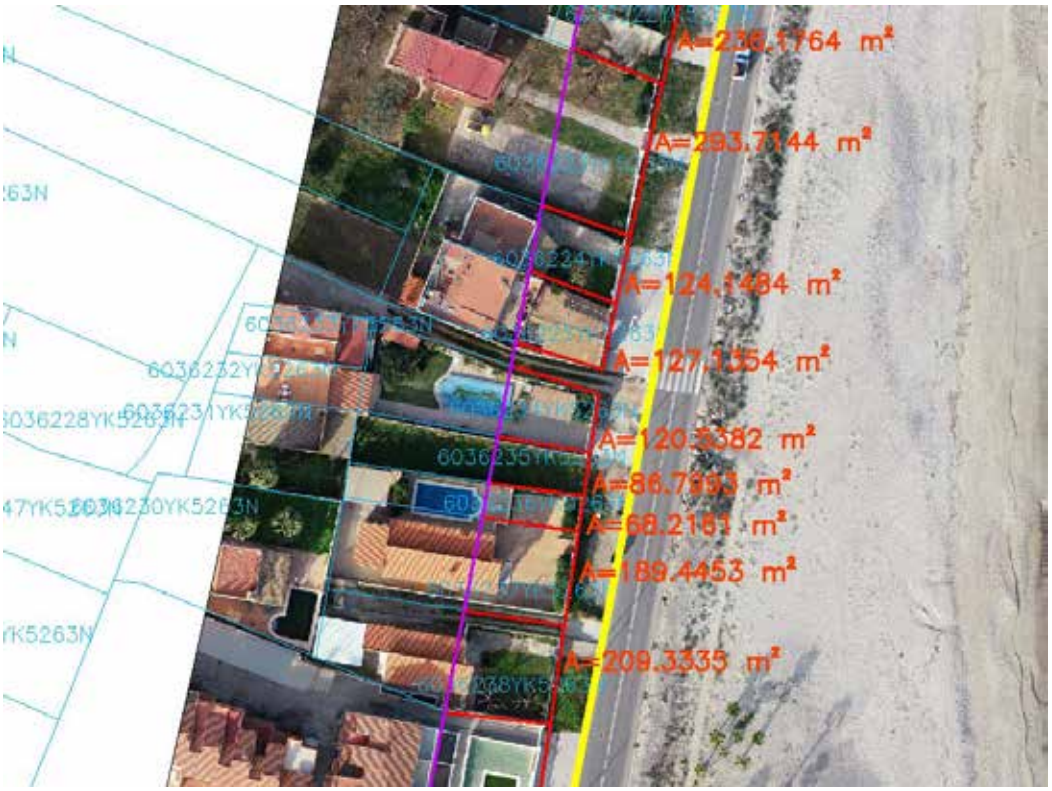


Figura 17. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036223YK5263N a la 6036238YK5263N.

Figura 18. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 6036240YK5263N a la 5935918YK5253N.

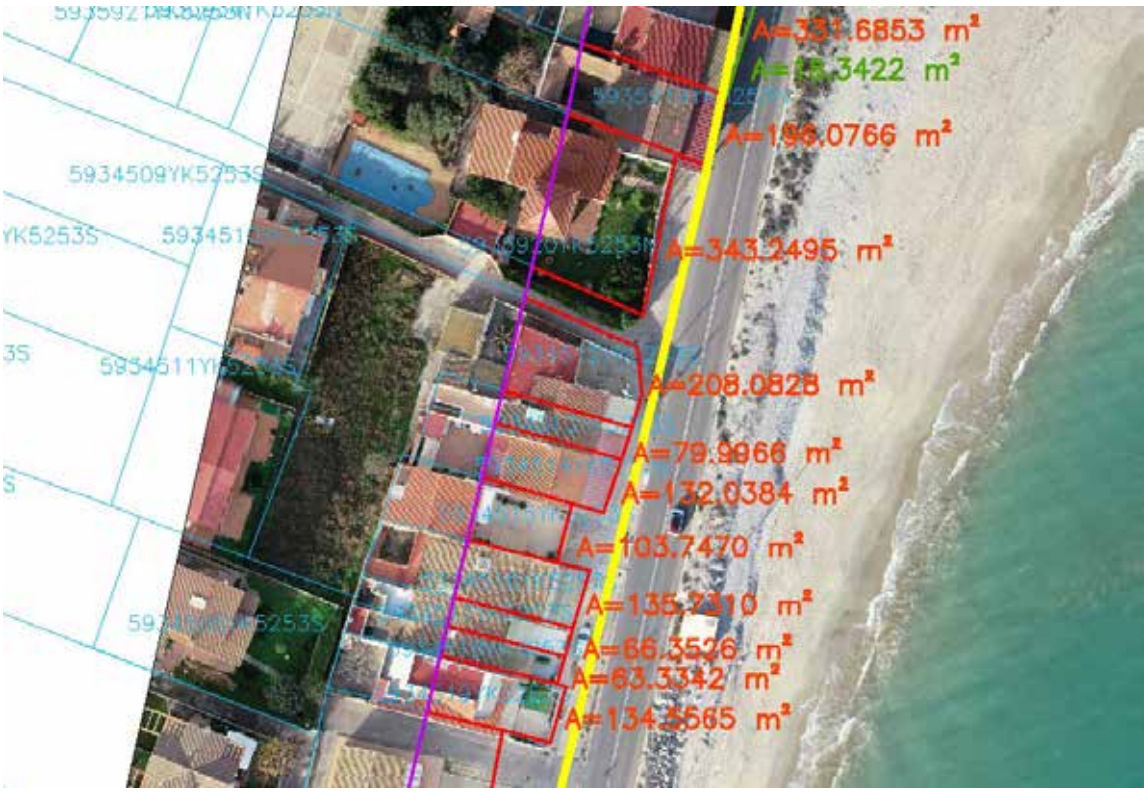


Figura 19. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5935919YK5253N a la 5934519YK5253S.

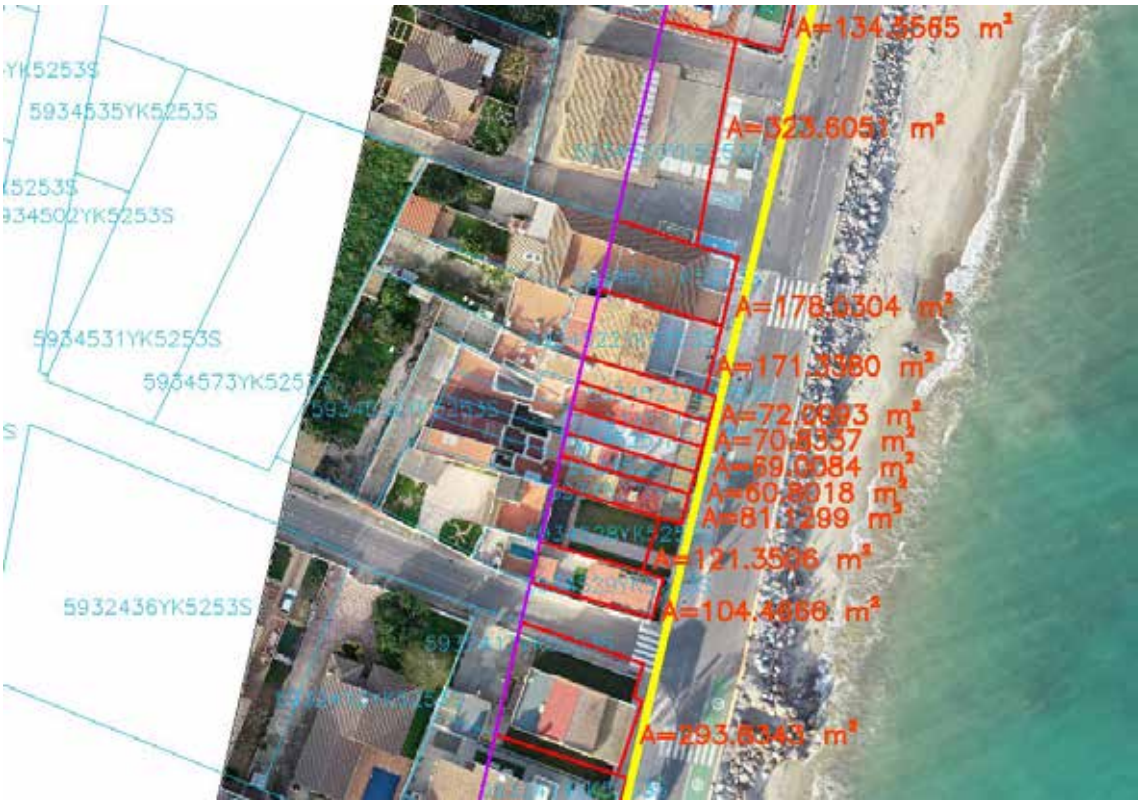


Figura 20. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5934520YK5253S a la 5932413YK5253S.

Figura 21. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932414YK5253S a la 5932465YK5253S.

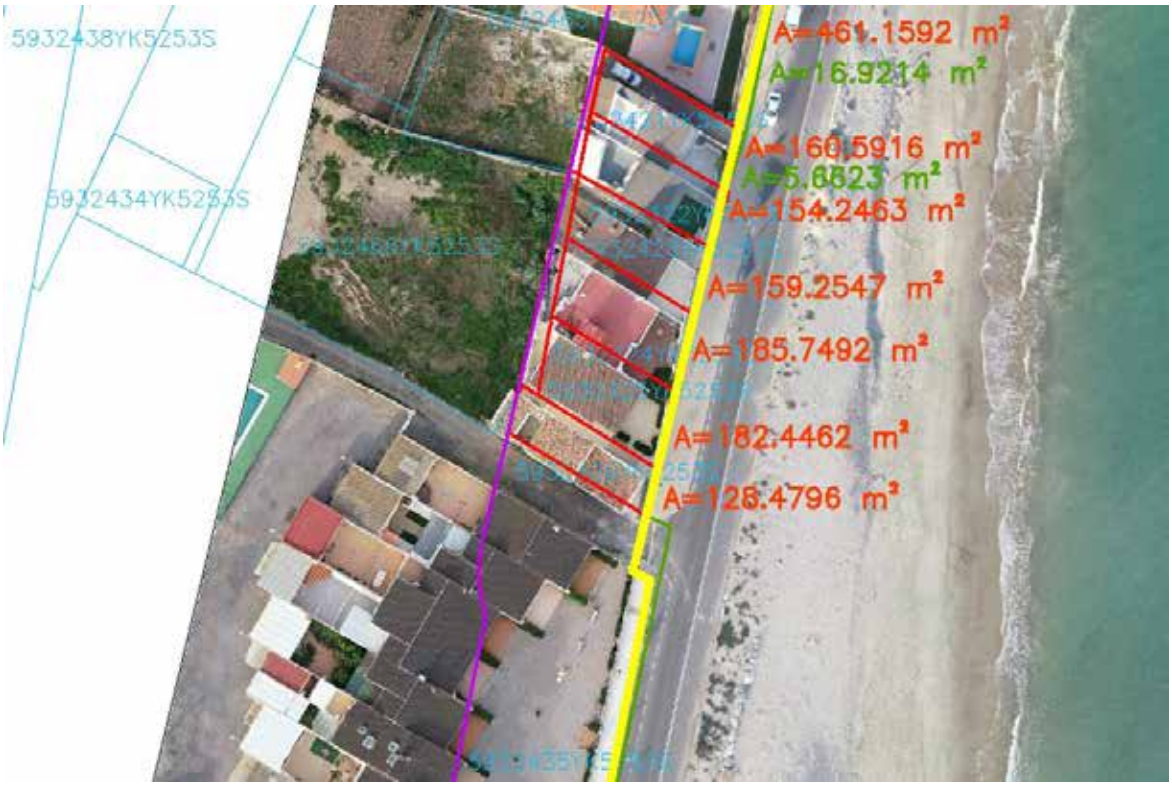


Figura 22. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932421YK5253S a la 5932426YK5253S.

Figura 23. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5932435YK5253S a la 5930210YK5253S.

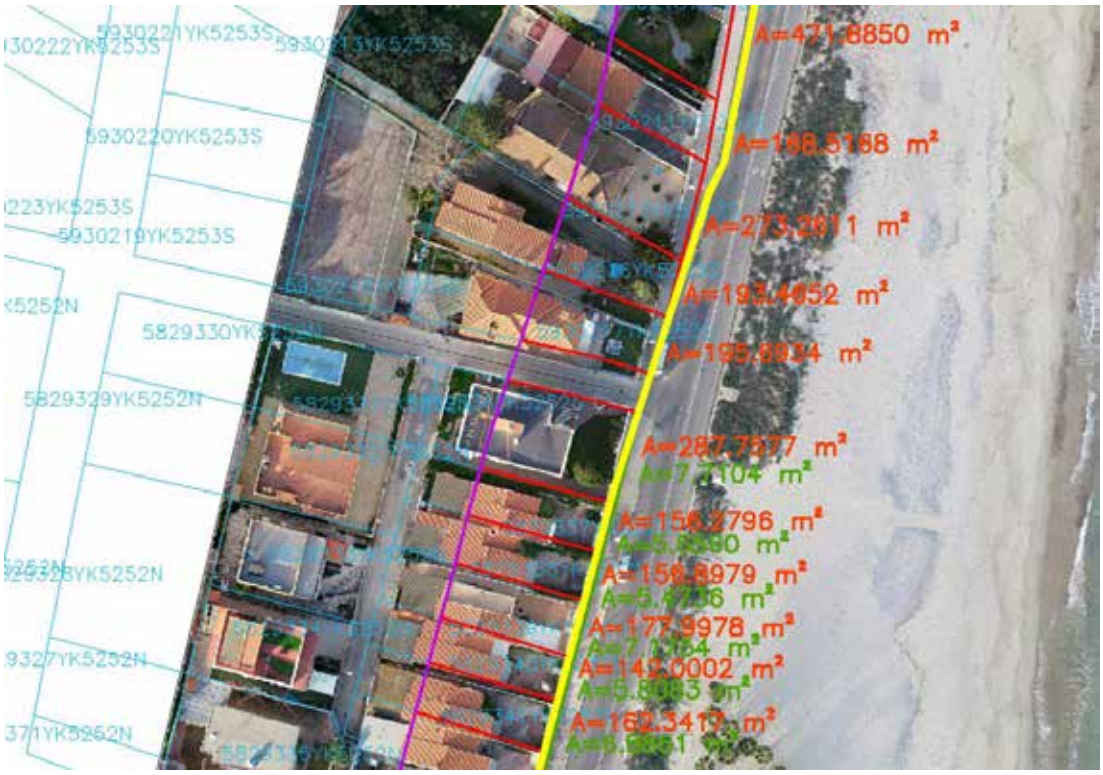


Figura 24. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5930211YK5253S a la 5829341YK5252N.

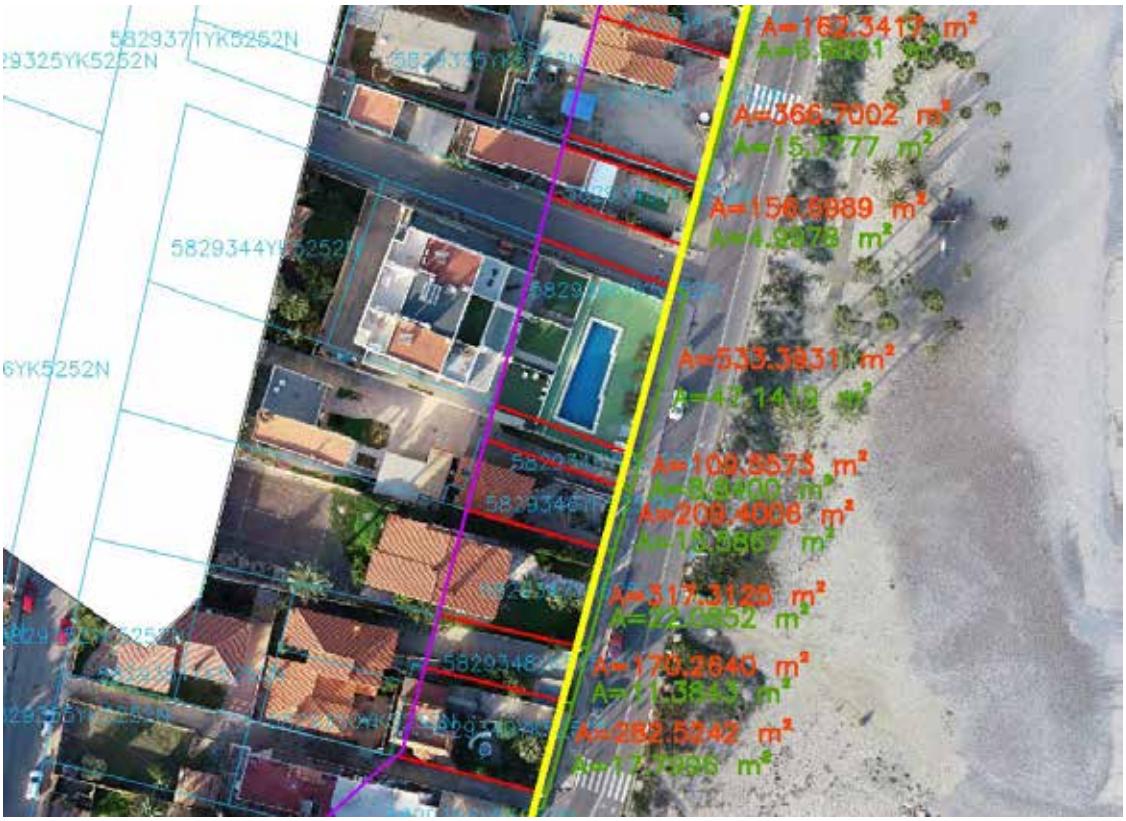


Figura 25. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5829342YK5252N a la 5829349YK5252N.

Figura 26. Superposición de cartografía catastral, líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en verde) y de SP (en rojo). Parcelas de la 5829356YK5252N a la 5829358YK5252N.

3.2.2 Identificación y descripción de infraestructuras afectadas

Adicionalmente a las parcelas afectadas se encuentran los elementos de urbanización, principalmente infraestructuras como calles y zonas de tránsito peatonal, que también se localizan dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y que se identifican:

En la celda norte y parte de la celda sur de la Playa de La Torre se identifica la vía Partida Playa Torre que discurre por DPMT, por la ribera del mar, de manera paralela a ella. Del límite norte de la zona de actuación hasta aproximadamente la mitad de la celda norte de la Playa de La Torre, esta vía tiene tanto zona peatonal como de tráfico rodado, mientras que el resto de la vía es únicamente para vehículos. Esta vía finaliza en la intersección con la calle Camí de la Mar (CV-1840), dando así comienzo al denominado Paseo Marítimo. Este Paseo marítimo, de tránsito peatonal y tráfico rodado, también permanece en toda su longitud hasta la parte más al sur de la Playa de La Torre en dominio público marítimo-terrestre, en la ribera del mar.

A continuación, se muestra la tabla con la superficie afectada de la zona identificada y anteriormente descrita con la superposición de la ortofoto capturada en campaña de campo en marzo de 2023 y las líneas de DPMT y servidumbre:

VÍAS URBANIZADAS	SUP. SP (m²)	SUP. DPMT (m²)
Partida Playa Torre	-	6644,50
Paseo Marítimo	-	5820,34
		12464,84

Tabla 2. Superficies afectadas de las vías urbanizadas.

En las siguientes imágenes se presentan, de norte a sur, dichas infraestructuras que invaden el DPMT sobre el visor del Dominio Público Marítimo Terrestre del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Figura 27. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (1)

Figura 28. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (2)

Figura 29. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre. (3)

Figura 30. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Vía Partida Playa Torre y Paseo Marítimo.

Figura 31. Superposición de líneas de DPMT (en amarillo) y servidumbre (en morado), y ortofoto de 2023, para la identificación de invasiones del DPMT (en naranja). Paseo Marítimo.

3.2.3 Identificación y comprobación de accesos al mar

En cumplimiento con el artículo 28 de la Ley 22/1988 de Costas se identifican y comprueban los accesos al mar, tanto los de acceso rodado como los de tipo peatonal en las zonas urbanas y urbanizables. Según el citado artículo, el paso a asegurar para el uso público del dominio marítimo-terrestre deberá cumplir una separación máxima de 500 metros para tráfico rodado y 200 metros para pasos peatonales.

En base a esto se puede observar que:

- El acceso peatonal a lo largo de toda la longitud de la Playa de La Torre no se encuentra cumpliendo la Ley de Costas al no respetarse las distancias entre ellos de máximo 200 metros. Tanto el Paseo Marítimo como la vía Partida Playa Torre sí tienen pasos peatonales pero que no dan acceso al mar debido a que la mayoría se encuentran anegados por escollera, vegetación, etc. Un ejemplo de ello se puede ver en la Figura 32.

Figura 32. Paso para acceso peatonal al mar anegado por escollera en la vía Partida Playa Torre. Fuente: Google Maps

- El acceso para tráfico rodado de igual forma no se encuentra garantizado ya que únicamente habría un paso, sin estar debidamente señalizado, por donde podrían entrar los vehículos, justo enfrente del espigón más al sur de la zona de actuación. En el resto de la playa no se localizan pasos para tráfico rodado.

En las siguientes imágenes se identifican los pasos y se miden las distancias entre ellos para verificar el cumplimiento de la Ley 22/1988 de Costas.

Figura 33. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte de la Playa de La Torre. (1)

Figura 34. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte de la Playa de La Torre. (2)

Figura 35. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda norte y celda sur de la Playa de La Torre.

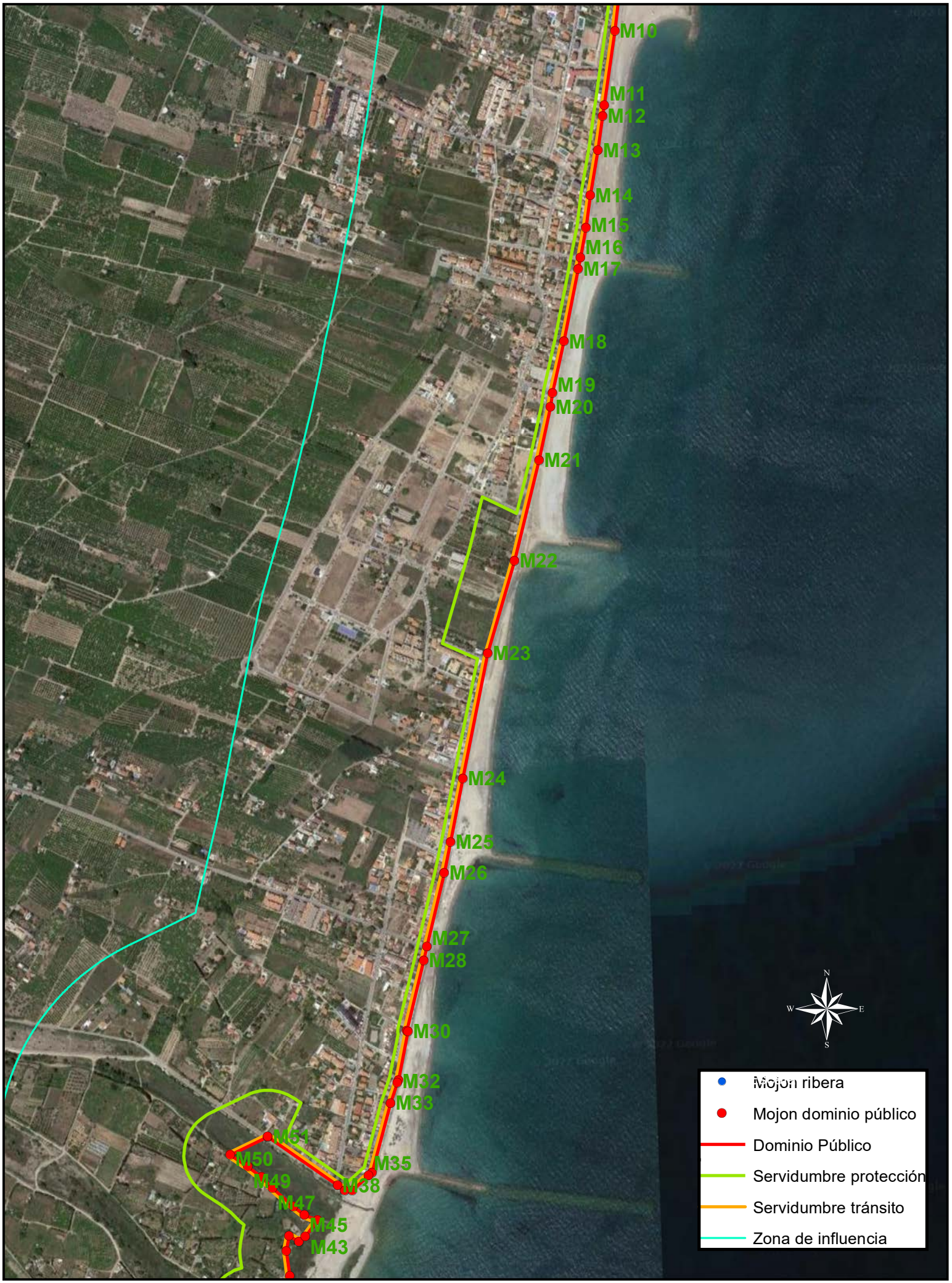
Figura 36. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda sur de la Playa de La Torre. (1)

Figura 37. Identificación de los pasos de tráfico rodado (en verde) y de los pasos peatonales (en azul) de norte a sur. Celda sur de la Playa de La Torre. (2)

La accesibilidad al mar no se encuentra garantizada a lo largo de todo el ámbito de actuación teniendo un total de 7 accesos peatonales y un único acceso para tráfico rodado, los cuales no cumplen las distancias máximas de 200 metros y 500 metros, respectivamente.

Para garantizar esta accesibilidad, como parte de la actuación proyectada en proyecto se desbloquearán los accesos mediante la recolocación de las escolleras existentes.

ANEXO 3.4.1:
Plano de DPMT y SP del Servicio Provincial de Costas de Castellón



Norte del Rio Mijares

Almazora

Fecha 30/09/2022

Servicio Provincial de Costas en Castellón

ANEJO 3.5: ESTUDIO DEL MEDIO BIÓTICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS 1

2.1 Desembocadura del Río Mijares (LIC, ZEPA, zona húmeda y paisaje protegido) 3

2.2 Espacio marino Delta del Ebro-Columbretes (ZEPA) 14

3 HÁBITATS Y ESPECIES DE ESPECIAL PROTECCIÓN 17

3.1 Hábitats de Interés Comunitario (HIC) 17

3.2 Especies prioritarias 23

3.3 Flora terrestre 28

3.4 Avifauna 32

4 ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES MARINAS 38

4.1 RELACIÓN DE HÁBITATS MARINOS IDENTIFICADOS. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO 39

4.2 CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS 50

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS (AFBC) 53

Anexo 3.5.1 Formularios de los Espacios Naturales Protegidos Red Natura 2000

Anexo 3.5.2 Estudio de las biocenosis marinas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espacios Naturales Protegidos en el entorno de la zona de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO. 2

Figura 2. Ubicación del "Corredor de migración de cetáceos del mediterráneo" respecto a la zona objeto de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO. 2

Figura 3. Ubicación del ENP RN 2000 "Espacio marino del entorno de Illes Columbretes" respecto a la zona de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO. 3

Figura 4. Extracto del plano de vegetación del PRUG del PP del Riu Millars. 4

Figura 5. De izq. a dcha.: oruga de mar, cardo marítimo y amapola dorada. 5

Figura 6. Zona litoral de la Zona Húmeda de la Desembocadura del Millars. Fuente: visor cartográfico de la GVA. 6

Figura 7. Zona de protección para la anidación del Chorlitejo chico en la playa del Les Goles. 7

Figura 8. LIC y ZEPA "Desembocadura del riu Millars" 9

Figura 9. Zona completamente eutrofizada en el tramo final hacia el mar de la Gola Norte de la Desembocadura del Millars. 10

Figura 10. Tramo final hacia mar del ENP Paisaje Protegido de la Desembocadura del Millars. Fuente: visor cartográfico GVA. 10

Figura 11. Extracto del plano de zonificación del Paisaje Protegido Desembocadura del riu Millars. Fuente: PRUG. 14

Figura 12. ZEPA "Espacio marino del Delta de l'Ebre – Illes Columbretes". Fuente: visor BDN, MITECO. 15

Figura 13. Hábitats terrestres presentes en el borde litoral en estudio. Fuente: Hábitats 1:10.000 del visor cartográfico GVA. 18

Figura 14. Cartografía de fanerógamas marinas de la CVA (Decreto 64/2022). Fuente: visor cartográfico GVA. 19

Figura 15. Sección vertical de una pradera de Posidonia. 20

Figura 16. Cuadrículas del BDB en el entorno de la playa de La Torre. 25

Figura 17. Ejemplar adulto de Nacra en pradera de Posidonia oceanica. 26

Figura 18. Tortuga boba 27

Figura 19. Palmeras en la región central de la playa de La Torre. 29

Figura 20. Palmeras en la región meridional de la playa de La Torre. 30

Figura 21. Zona de recuperación de Calystegia soldanella en el extremo norte de la celda sur de la playa de La Torre. 31

Figura 22. Calystegia soldanella. 32

Figura 23. Gaviotas de Audouin adultas posadas sobre una roca (izq.) y evolución de los ejemplares de la especie según la edad (dcha.). 33

Figura 24. Distribución observada de Gaviota de Audouin en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura. 33

Figura 25. Fotografía de un ejemplar de Charrancito común sobre una playa de arenas y gravas... 34

Figura 26. Distribución observada de Charrancito común en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura. 35

Figura 27. Fotografías de ejemplares de charrán común en vuelo (izq.) y en un nido sobre el suelo (dcha.). 36

Figura 28. Distribución observada de Charrán común en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura. 36

Figura 29. Fotografía de un ejemplar de chorlitejo chico. 37

Figura 30. Distribución observada de Chorlitejo chico en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura. 38

Figura 31. Esquema general de la elaboración de una cartogarfía de hábitats bentónicos. 39

Figura 32. Transectos de vídeo remolcado para la caracterización de las comunidades marinas. ... 40

Figura 33. Esquema d ela integración de datos del SBL y de la cámara de vídeo remolcada. 41

Figura 34. Cartografía bionómica de los fondos marinos del entorno de la Playa de La Torre. 43

Figura 35. Cartografía bionómica de los fondos de Almazora objeto de estudio ampliada a la zona litoral entre la costa y los 15 m de profundidad. 44

Figura 36. Fondos de arenas finas bien calibradas en la zona de actuación de proyecto. 45

Figura 37. Fondo de guijarros en la playa de Les Goles. 46

Figura 38. Haces dispersos de Cymodocea nodosa en la zona objeto de actuación. 47

Figura 39. P. oceanica sobre mata muerta. 48

Figura 40. Padina pavonica (izq.) y Halopteris scoparia (dcha.). 49

Figura 41. Afloramientos rocosos con coralígeno. 50

Figura 42. Estaciones de muestreo de Posidonia oceanica. 51

Figura 43. Gráfica de distribución porcentual de las tipologías de substrato identificadas en las estaciones de muestreo de Posidonia. 52

Figura 44. Índice de conservación de la Posidonia en las estaciones muestreadas. 53

Figura 45. Estaciones de muestreo de biocenosis sedimentarias. 54

Figura 46. Gráfica de dominancia de taxones por estación de muestreo. 56

Figura 47. De izq, a dcha.: Chamelea gallina (chirla), Abra alba, Alvania cimex, y Dosinia lupinus. .. 56

Figura 48. Apseudopsis latreillii (izq.) y Eurydice pulchra (dcha.) 56

Figura 49. Representación conjunta del número de ejemplares (abundancia) y del número de especies (riqueza específica) en cada muestra. 57

Figura 50. Representación d elos índices de equitatividad y diversidad del bentos sedimentario por muestra analizada. 58

Figura 51. Correlación entre la abundancia de moluscos y el índice de diversidad. 58

Figura 52. Diagrama clúster de similitudes entre las muestras (matriz abundancia). 59

Figura 53. Histograma de clasificación de las muestras de bentos sedimentario conforme al índice MEDOCC. 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de valoración del humedal Desembocadura del Millars. Fuente: ficha del Catálogo de Zonas Húmedas de la CVA. 5

Tabla 2. Hábitats de Interés Comunitario en el LIC. Calidad de los datos: G = 'Good' (buena); M = 'Moderate' (moderada); P = 'Poor' (pobre). Representatividad: A = excelente; B = buena; C = significativa. Superficie relativa: A: 100%> p >15%; B: 15%> p > 2%; C: 2%> p > 0%. Conservación: A = excelente; B = buena; C = intermedia o escasa. Global: A: Valor excelente; B: Valor bueno; C: Valor significativo. 8

Tabla 3. Especies de aves reproductoras en la ZEPA "Espacio marino Delta del Ebro-Columbretes" 17

Tabla 4. Especies prioritarias con potencial presencia en el entorno de la playa de La Torre y sus alrededores. Fuente: BDB de la GVA. 25

Tabla 5. Localización del recinto acotado de flora. 32

Tabla 6. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo de *P. oceanica*. 51

Tabla 7. Datos de cobertura medidos en las estaciones de muestreo de *Posidonia oceanica.* 52

Tabla 8. Datos de medición de la densidad de haces en las estaciones de Posidonia muestreadas. 53

Tabla 9. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo para la caracterización de las biocenosis bentónicas sedimentarias. 54

Tabla 10. Niveles de referencia para valorar el estado ambiental (índice M-AMBI) y ecológico (MEDOCC) de las biocenosis bentónicas sedimentarias de la zona de proyecto..... 55

Tabla 11. Dominancia (%) de cada taxón en cada muestra. 55

Tabla 12. Cálculo de índices de caracterización del estado ecológico de los poblamientos bentónicos (S: riqueza específica; N: abundancia; J': índice de Pielou; H': índice de diversidad de Shannon). 57

Tabla 13. Correspondencia entre los valores del índice MEDOCC y la valoración del estado ambiental.... 60

Tabla 14. Clasificación del estado ambiental del bentos sedimentario de la zona de actuación a partir del índice MEDOCC. 60

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se elabora con miras a conocer el patrimonio natural del entorno objeto de actuación a fin de proyectar una solución respetuosa con el medioambiente.

Para ello, se ha recopilado información acerca de los espacios naturales protegidos y de los hábitats de interés comunitario existentes en la zona, así como de las especies de flora y fauna cuya conservación se considera prioritaria y que tienen potencial presencia en la misma; y se ha procedido a actualizar la cartografía bionómica de las comunidades marinas que habitan los fondos del área en estudio mediante su prospección con SBL, vídeo remolcado, y su muestreo.

2 ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Los Espacios Naturales Protegidos (en adelante, ENP) presentes en el entorno de la zona de actuación de proyecto (véase Figura 1.), son:

- **"Desembocadura del riu Millars"**, catalogada como: Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Red Natura 2000 (ES0000211), Zona Húmeda del Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana, y Paisaje Protegido.
- **"Espacio marino del Delta de l'Ebre – Illes Columbretes"**: declarado Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES0000512).

A una distancia considerable de ésta, mar adentro a unos 42 km, se identifica además el área marina protegida **"Corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo"** (ver Figura 2.). Y a una distancia incluso mayor, a unos 53 km, el LIC y ZEPA **"Espacio marino del entorno de Illes Columbretes"** (ESZZ16010, Figura 3.).

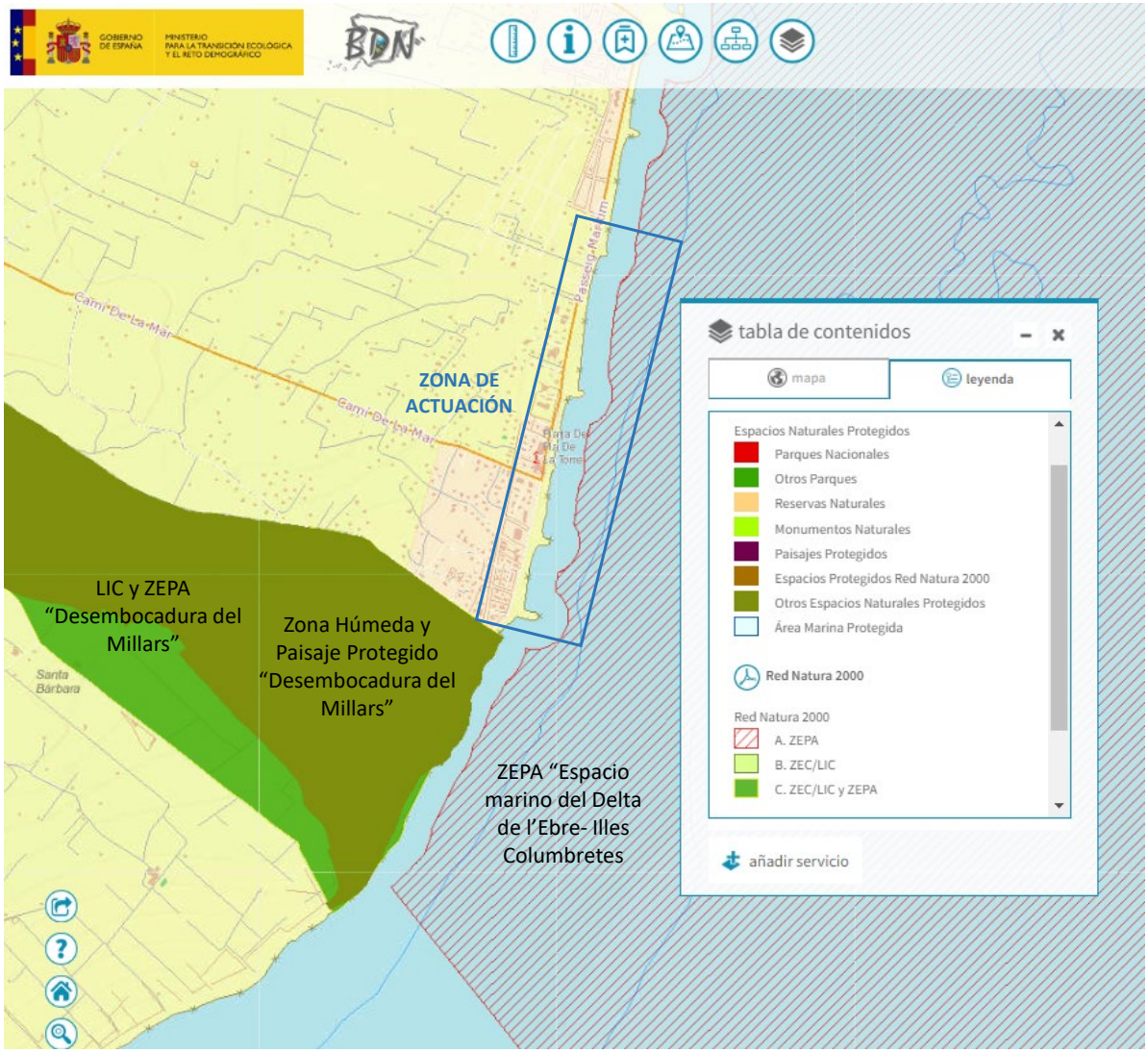


Figura 1. Espacios Naturales Protegidos en el entorno de la zona de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO.

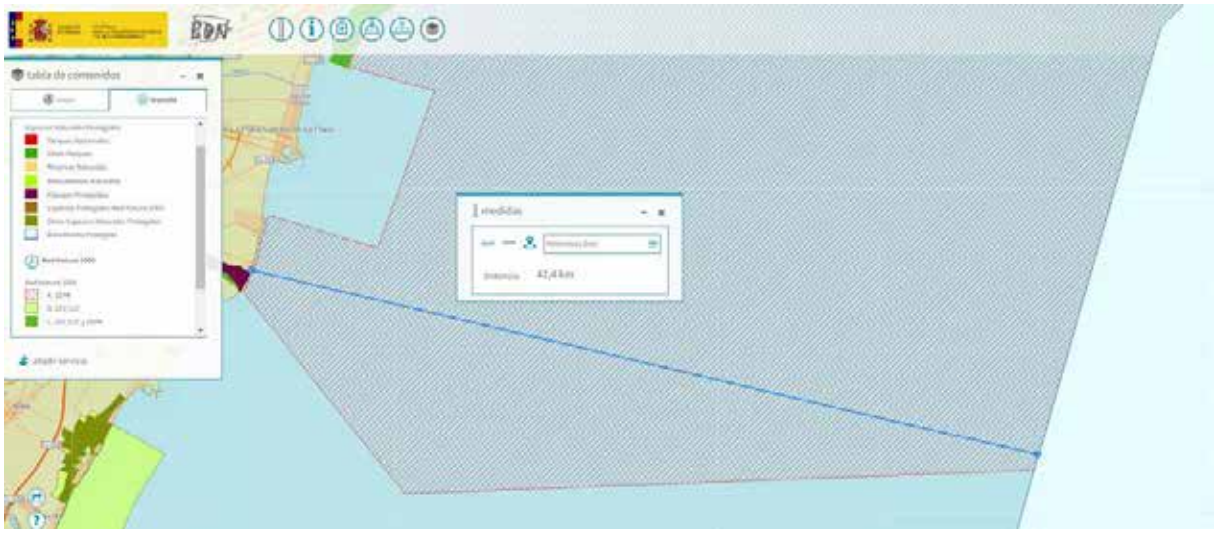


Figura 2. Ubicación del "Corredor de migración de cetáceos del mediterráneo" respecto a la zona objeto de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO.

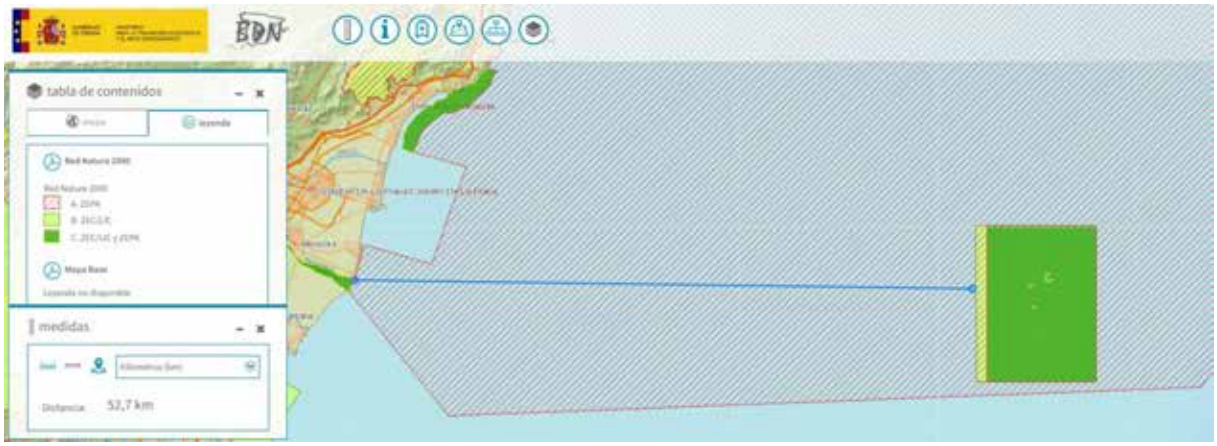


Figura 3. Ubicación del ENP RN 2000 "Espacio marino del entorno de Illes Columbretes" respecto a la zona de actuación. Fuente: visor BDN, MITECO.

2.1 Desembocadura del Río Mijares (LIC, ZEPA, zona húmeda y paisaje protegido)

El río Millars (Mijares en castellano) es el curso fluvial más importante de la Provincia de Castellón, tanto en caudal como en longitud. Su nacimiento se sitúa sobre los 1.600 metros de altitud, en la Provincia de Teruel. Ya en la Comunidad Valenciana, discurre por las comarcas de Alt Millars y la Plana Baixa, captando aguas vertientes del macizo de Penyagolosa y de las Sierras de Espadán y de Pina. Desemboca en el mar Mediterráneo, entre los términos municipales de Almazora y Burriana, al sur de la Playa de La Torre objeto de actuación, constituyendo en su tramo final el límite intercomarcal entre la Plana Baixa y la Plana Alta.

Se trata de un río con régimen típicamente mediterráneo, sometido por tanto a fluctuaciones intensas de caudal entre las temporadas secas y lluviosas.

Entre los términos municipales de Villarreal y Almazora el río discurre encajado entre materiales geológicos recientes. Este tramo, muestra un notable valor paisajístico y ecológico como ambiente de ribera bien conservado en muchos lugares, en un contexto territorial densamente poblado e intervenido por el hombre. Se trata de un ambiente apreciado por los habitantes de la zona como lugar tradicional de esparcimiento y desahogo, enriquecido por parajes de uso público de profundo significado social para los municipios.

En el tramo final del río, entre la población de Almazora y la desembocadura en el mar, el curso fluvial adquiere una notable importancia ecológica por la formación de lagunas poco profundas, ricas en vegetación acuática y subacuática y en comunidades helofíticas, junto con especies y comunidades más típicas de las riberas y cauces fluviales. Estas últimas, conforme se acercan a la costa, van convirtiéndose en juncales y prados húmedos y en comunidades psammófilas.

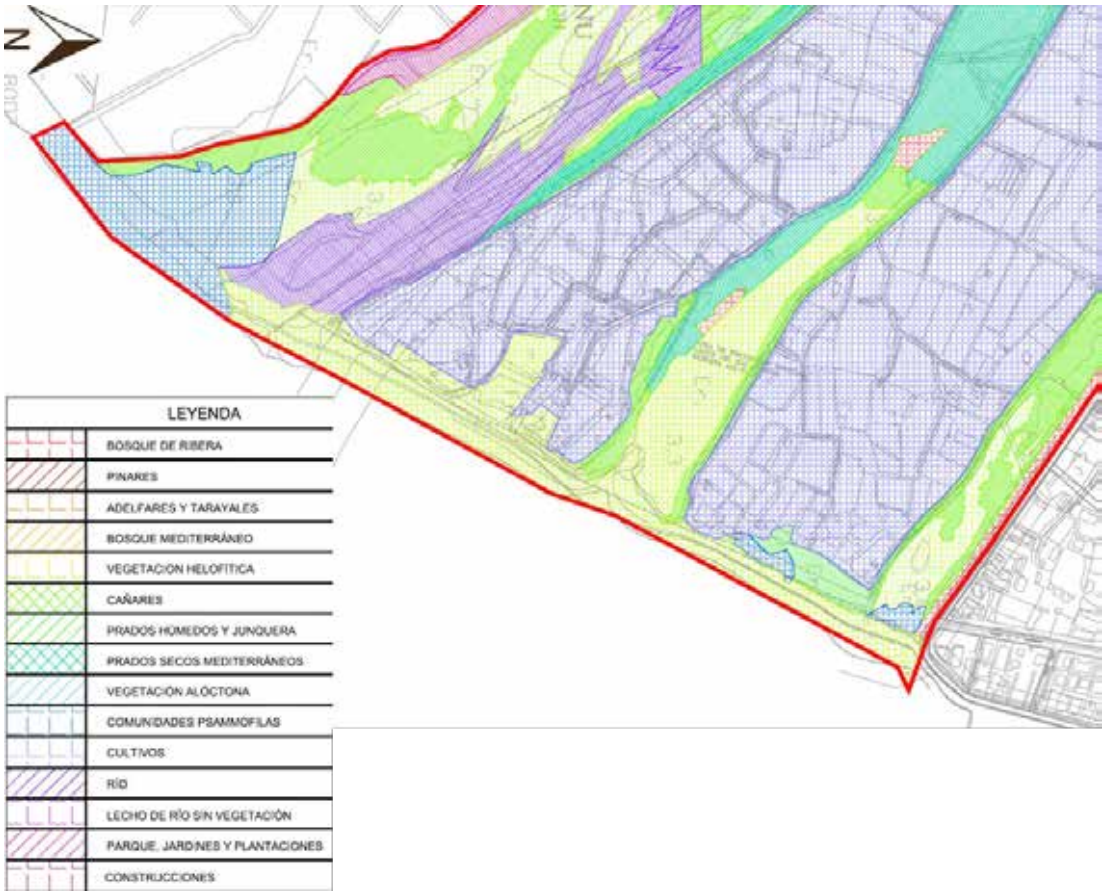


Figura 4. Extracto del plano de vegetación del PRUG del PP del Riu Millars.

La presencia más o menos permanente de agua ha permitido la existencia de una fauna con una elevada diversidad de especies, algunas de ellas de gran interés para la conservación. Abundantes y variadas son las comunidades de aves: anátidas, ardeidas, láridos, limícolas y paseriformes palustres están presentes en los diversos ambientes generados por los gradientes de salinidad provocados por la entrada ocasional de agua marina.

En el tramo final de la desembocadura, el sistema se ensancha, el agua se ralentiza, y el río forma tres brazos o gargantas, denominados "goles", formando en su centro dos islotes o "alters", separadas del mar por un cordón de gravas. El agua en estas lagunas presenta características salobres, que condiciona la vegetación existente.

En la línea de costa, se presenta una franja importante de cantos rodados o bolos de río, con ausencia prácticamente total de arena, que favorece la presencia de comunidades halófilas adaptadas a este tipo de hábitat, reduciéndose a algunas especies que se desarrollan bien en sustratos pedregosos como la oruga marina (*Cakile maritima*), el cardo marítimo (*Eryngium maritimum*) y la amapola dorada (*Glaucium flavum*), y podría llegar a desarrollarse una buena comunidad de *Hypochoerido-Glaucietum flavi*.

Figura 5. De izq. a dcha.: oruga de mar, cardo marítimo y amapola dorada.

Por estas razones, dicho tramo final del río está incluido, con la denominación "Desembocadura del Millars", en el **Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana**, aprobado por *Acuerdo de 10 de septiembre de 2002, del Consell de la Generalitat,* dentro del grupo "ambientes fluviales y litorales asociados", cuyas singularidades, son:

- Interesante vegetación y gran variedad de avifauna acuática
- Alta capacidad de evacuación de caudales de avenida

Cuadro de valoración

		relevant	significativos	presente	ausente
Valores bióticos	Generales		x		
	Específicos	x			
	Estructurantes		x		
Recursos económicos	Agropecuarias y extractivas				x
	Turístico-recreativas			x	
	Aprovechamiento recursos hídricos			x	
Valores culturales	Paisajísticos		x		
	Patrimoniales y etnológicos			x	
	Didáctico- científicos		x		
Protección riesgos	Intrusión, erosión heladas		x		
	Inundaciones		x		
	Contaminación de recursos			x	

Tabla 1. Cuadro de valoración del humedal Desembocadura del Millars. Fuente: ficha del Catálogo de Zonas Húmedas de la CVA.

La delimitación de dicha zona ya en su tramo final hacia la costa se muestra en la imagen siguiente donde se observa cómo la mitad sur de la Playa de La Torre queda inmersa en su zona de protección.

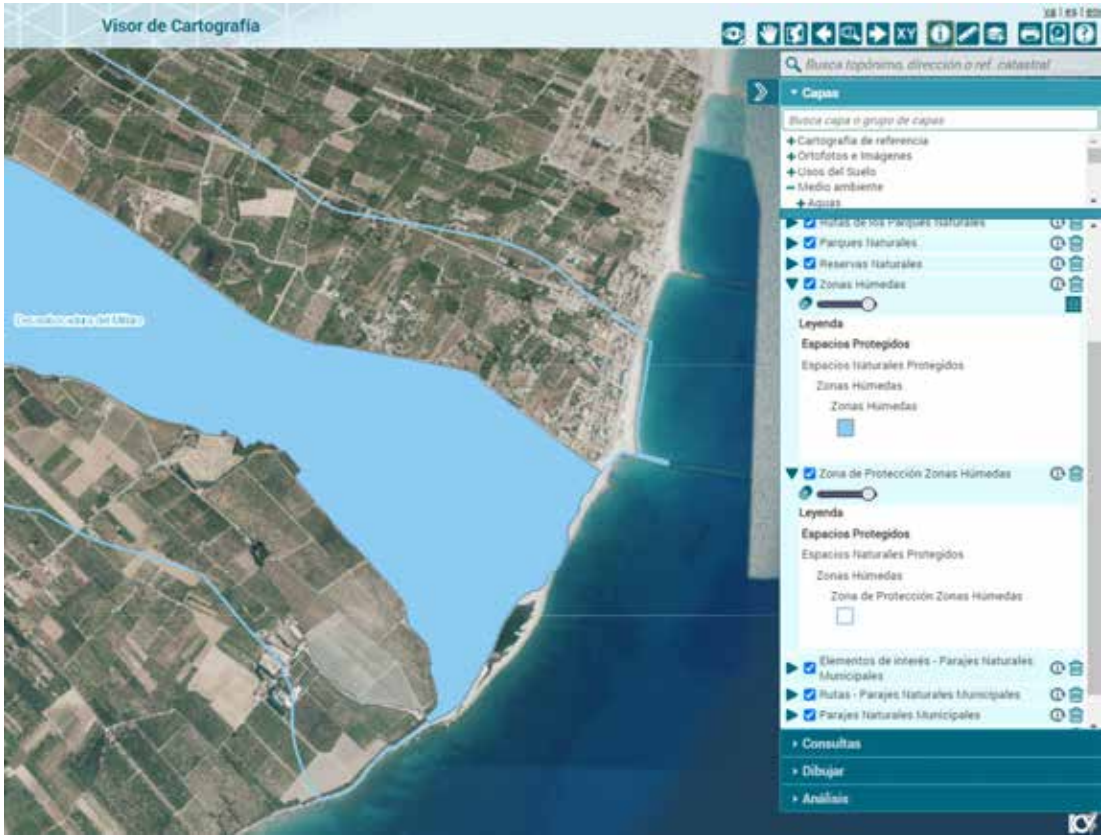


Figura 6. Zona litoral de la Zona Húmeda de la Desembocadura del Millars. Fuente: visor cartográfico de la GVA.

Las primeras medidas de protección sobre la desembocadura del Millars datan de mucho antes. Ya en 1985, la Conselleria de Agricultura y Pesca prohibió la caza en la misma por el interés ecológico de la zona húmeda, lo que fue refrendado por la declaración de **Refugio de Caza** el 12 de noviembre de 1996, efectuada por la entonces Conselleria de Medio Ambiente.

Desde el 9 de mayo de 2000, el humedal de la citada desembocadura está declarado, por *Acuerdo del Consell de la Generalitat*, como **Zona de Especial Protección para las Aves (zona ZEPA)**, de acuerdo con la Directiva 79/409/CEE[1], de 2 de abril de 1979, del Consejo, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres (Directiva Aves).

Este lugar, alberga poblaciones nidificantes de 5 especies de aves acuáticas incluidas del Anexo I, e invernan de forma regular hasta 5 especies del mismo anexo. Ha tenido importancia regional para el Chorlitejo Patinegro y la Cigüeñuela Común, aunque cambios recientes en la morfología del cauce han mermado las características del entorno para la nidificación de estas aves desde 2003. En la actualidad, sí se tiene constancia de la nidificación del **Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*)** en la Playa de Les Goles, pequeña ave que anida en la misma playa, haciendo un hueco entre las piedras para depositar

[1] DIRECTIVA 2009/147/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres.

los huevos, en época estival; por lo que se ha acordonado una zona en el trasdós de ésta para su protección.

Figura 7. Zona de protección para la anidación del Chorlitejo chico en la playa del Les Goles.

Es zona de paso e invernada para diversas especies de aves acuáticas, si bien sus poblaciones son poco relevantes respecto a los totales nacionales. La totalidad de aves protegidas que han sido inventariadas en la zona se recogen en el *Standard data form* del espacio Red Natura 2000 contenido en el *Anexo 3.5.1* de este Anejo.

La zona, asimismo, fue incluida, por *Acuerdo de 10 de julio de 2001, del Consell de la Generalitat*, entre los **Lugares de Interés Comunitario (LIC)** de la Comunidad Valenciana, en virtud de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, del Consejo, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres (Directiva Hábitats). Dichos hábitats y su valoración se presentan en la Tabla 2 a continuación, de los cuales, tan sólo el primero (1210 "Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados") se halla en la propia zona de estudio del proyecto (aunque no en la de actuación propiamente dicha).

Hábitat				Evaluación de estado					
ID	Nombre	Grupo	Tipo	Cobertura (ha)	Calidad de los datos	Represen-tatividad	Superficie relativa	Conser-vación	Valor
1210	Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados	Acantilados marítimos y playas de guijarros	Hábitats Costeros y Vegetación halófila	3.4585	G	C	C	C	C
3150	Lagos eutróficos naturales con vegetación Magnopotamiono Hydrocharition	Hábitats de agua dulce		17.2925	G	C	C	C	C
3250	Ríos mediterráneos de caudal permanente con *Glaucium flavum*			51.8775	G	C	C	C	C
5330	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	Matorrales Esclerófilos		138.34	G	C	C	C	C
6220	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea	Formaciones Herbosas Naturales y Seminaturales		34.585	G	C	C	C	C
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos	Bosques		35.585	G	C	C	C	C

Tabla 2. Hábitats de Interés Comunitario en el LIC. Calidad de los datos: G = 'Good' (buena); M = 'Moderate' (moderada); P = 'Poor' (pobre). Representatividad: A = excelente; B = buena; C = significativa. Superficie relativa: A: 100%> p >15%; B: 15%> p > 2%; C: 2%> p > 0%. Conservación: A = excelente; B = buena; C = intermedia o escasa. Global: A: Valor excelente; B: Valor bueno; C: Valor significativo.

La inclusión de la Desembocadura del Millars en estas dos categorías de la Red Natura 2000 lo convierten en Zona de Especial Conservación (ZEC), y es indicativo de su importancia a nivel ecológico y de su necesidad de conservación, debido a los múltiples beneficios que proporciona a la humanidad y a los seres vivos en lo relativo a funciones naturales y servicios ambientales. No obstante, cabe resaltar que, tal y como se muestra en la Figura 8. la playa de La Torre objeto de actuación no queda inmersa en el ámbito de conservación de estos ENPs.

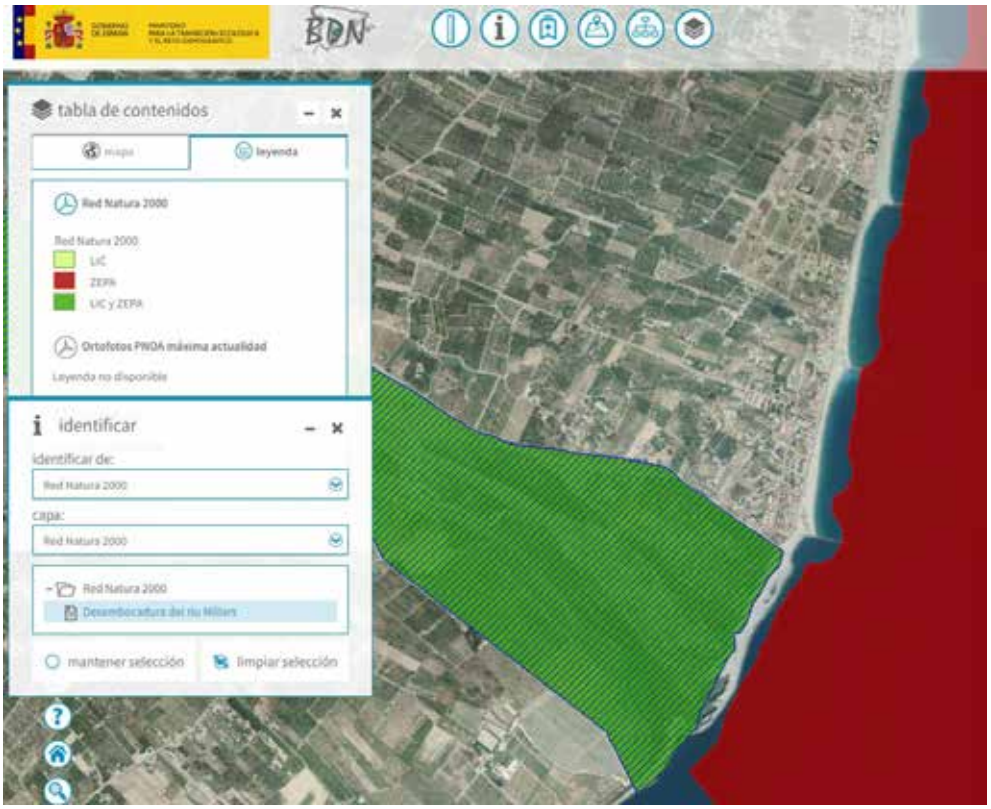


Figura 8. LIC y ZEPA "Desembocadura del riu Millars".

La abundancia de agua en la zona quizá determinó la ubicación de varios asentamientos humanos históricos, que hoy forman parte del patrimonio arqueológico.

Por otra parte, el río, dada su elevada capacidad de evacuación de caudales en caso de avenidas, garantiza la seguridad de las poblaciones por las que discurre, al reducir considerablemente el riesgo de inundación.

En la actual conformación del río y de su desembocadura tiene mucho que ver la acción humana a través de la historia, que ha configurado ambientes nuevos y diversos. Junto a este efecto positivo se aprecian distintos impactos ambientales negativos que deben controlarse, tales como los vertidos de residuos sólidos, el pastoreo excesivo y los vertidos líquidos con eutrofización de las aguas (véase ejemplo de la Figura 9.), entre otros. Todo ello en el contexto territorial de la Plana, caracterizado por su intensa dinámica agrícola, urbana e industrial.

Figura 9. Zona completamente eutrofizada en el tramo final hacia el mar de la Gola Norte de la Desembocadura del Millars.

Finalmente, este lugar fue declarado asimismo **Paisaje Protegido** por *Decreto 79/2005, de 15 de abril, del Consell de la Generalitat*, cuya delimitación se muestra en la Figura 10. , incluyendo su ámbito de protección la barra litoral, indicación dada por el Plan Rector de Uso y Gestión del ENP (PRUG) que se cita a continuación.

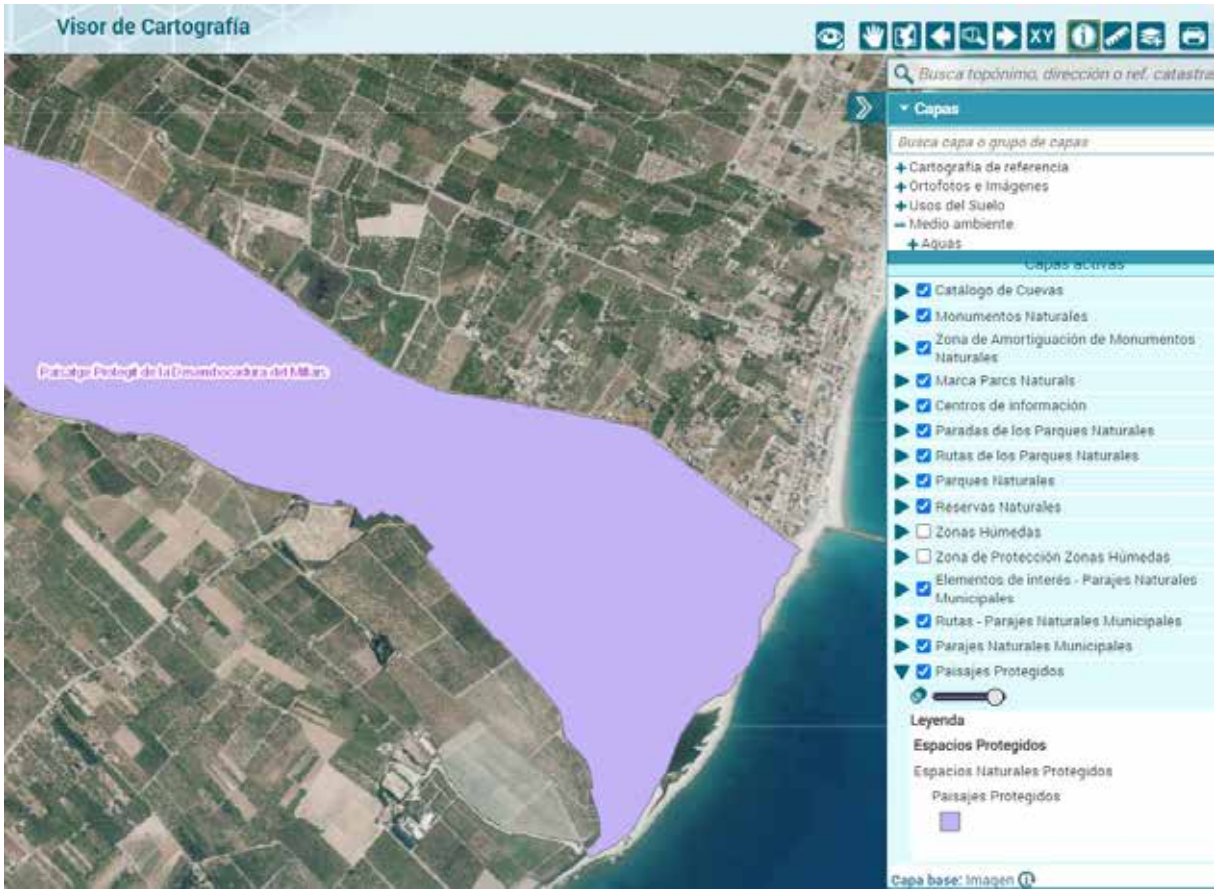


Figura 10. Tramo final hacia mar del ENP Paisaje Protegido de la Desembocadura del Millars. Fuente: visor cartográfico GVA.

El régimen de protección del Paisaje Protegido de la Desembocadura del Millars, desarrollado por el Plan Rector de Uso y Gestión del Espacio Protegido (aprobado por *Decreto 169/2012, de 9 de noviembre, del Consell*), está dirigido a las siguientes finalidades:

a) Conservar, regenerar, en su caso, e incrementar el valor ecológico y paisajístico de los hábitats naturales y seminaturales de humedal, cauce fluvial y ribera.

b) Conservar y mejorar los paisajes armónicos generados por la interacción histórica entre el medio natural y la actividad humana.

c) Proteger y conservar el patrimonio cultural constituido por los elementos arqueológicos, arquitectónicos y etnológicos presentes en la zona, de conformidad con las disposiciones contenidas en la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano.

d) Promover la gestión racional y el uso sostenible de los citados recursos ambientales y culturales, en el marco de una estrategia de desarrollo sostenible.

e) Fomentar específicamente el uso social del espacio protegido mediante el estudio, la enseñanza y el disfrute ordenado de los valores ambientales, paisajísticos y culturales, promoviendo, asimismo, el turismo sostenible en relación con los mismos.

f) Integrar el ejercicio de los usos económicos y sociales del suelo, tanto los presentes en la actualidad como aquellos que puedan derivarse de las finalidades del espacio protegido, con los objetivos de conservación del medio ambiente y del paisaje, permitiendo su evolución futura atendiendo a los cambios en la realidad económica, social y territorial de los municipios. Están en este caso la actividad agrícola, la edificación residencial existente y las construcciones, equipamientos y servicios relacionados con el uso público del medio.

g) Integrar, de la misma manera, los usos y aprovechamientos de los recursos naturales renovables y no renovables, con especial atención al recurso hídrico.

h) Conseguir y mantener un adecuado nivel de cantidad y calidad de las aguas superficiales, evitando cualquier actuación que pueda ser causa de su degradación.

i) Corregir progresivamente los impactos negativos existentes sobre los hábitats y el paisaje, mediante la regeneración de ambientes degradados y la intervención sobre los procesos naturales y artificiales susceptibles de provocarlos.

j) Fomentar la participación pública y privada en la gestión del espacio protegido.

k) Promover la coordinación y la concurrencia de iniciativas entre la Generalitat, las Administraciones local y estatal, las instituciones de la Unión Europea y el sector privado, en las materias relativas a la gestión del Paisaje Protegido.

Este plan es obligatorio y ejecutivo en todo lo que afecte a la conservación, protección o mejora de la flora, la fauna, los ecosistemas, el paisaje y los recursos naturales. Las determinaciones del PRUG tendrán carácter vinculante tanto para las administraciones como para los particulares, prevalecerán sobre el planeamiento urbanístico y su aprobación definitiva llevará aparejada la revisión de oficio de los planes territoriales o sectoriales incompatibles con las mismas. En caso de duda, prevalecerá la interpretación que implique un nivel de protección más alto de los valores ambientales y culturales.

La gestión de este ENP recae en el *Consorcio Gestor del Paisaje Protegido de la Desembocadura del Millars*, junto con el *Consejo de Participación del Paisaje Protegido de la Desembocadura del Millars* como órgano colaborador y asesor.

La presente normativa determina expresamente, en los correspondientes apartados, las actuaciones, planes y proyectos cuya ejecución requiere la autorización o el informe preceptivo del órgano gestor del espacio natural protegido.

En cualquier caso, cualquier plan, programa o proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable al paisaje protegido, ya sea individual o en combinación con otros planes o proyectos, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones.

En materia de Costas la subsección 5ª del PRUG establece:

- Artículo 60. Régimen general

  4. Se prohíbe la circulación de todo tipo de vehículos a motor, salvo los relacionados con los servicios de vigilancia y emergencia y los expresamente autorizados por la Dirección General de Medio Natural, en todo el ámbito de la barra litoral.

  5. Se prohíbe todo tipo de extracción de áridos de la barra litoral, tanto arenas como gravas.

  6. Se prohíbe la alteración de la estructura o destrucción de las comunidades vegetales costeras psammófilas, típicas de playas, dunas y cordones de gravas, así como de su fauna asociada.

- Artículo 62. Obras de infraestructura y de regeneración

  1. Las obras de infraestructura marítimo-terrestre de carácter permanente sólo podrán realizarse previo el informe favorable, preceptivo y vinculante, del órgano gestor del paisaje protegido.

  Dicho informe favorable vendrá condicionado a la justificación de la necesidad de la actuación por la existencia de procesos o de riesgos que puedan dar lugar a un deterioro de las condiciones geomorfológicas o medioambientales de la franja costera.

2. Las obras de regeneración de playas que puedan proyectarse por iniciativa de las administraciones estatal, autonómica o local deberán contar con el informe previo favorable, preceptivo y vinculante, del órgano gestor del paisaje protegido, sin perjuicio de las autorizaciones o licencias sectoriales que correspondan.

3. La evaluación previa del impacto ambiental generado por dichas actuaciones deberá contemplar, entre otros que fueran relevantes según las características particulares de la intervención, los siguientes aspectos:

a) Adecuación de las obras a los objetivos establecidos en el presente plan.

b) Origen y tipología de las gravas, así como impacto ocasionado por su manipulación tanto en el lugar de extracción como en el de depósito.

Con relación al paisaje y el desarrollo de obras en el ámbito del ENP, el artículo 65 del PRUG, destinado a las "condiciones estéticas y requerimientos paisajísticos de las construcciones e instalaciones en el medio rural", establece:

e) Con carácter general, se prohíbe la instalación de elementos que limiten el campo visual o rompan la armonía del paisaje, tales como acopios de materiales, maquinaria, vertederos o puntos de almacenamiento permanente o temporal de residuos de cualquier tipo, antenas u otras instalaciones o equipamientos ajenos al entorno paisajístico rural.

Dentro de la zonificación particular del ENP, la playa del Les Goles y la zona perimetral norte de éste, más próximas a la zona de actuación, quedan clasificadas como "área de uso lúdico-público (ALP)" (ver Figura 11. áreas que, en razón de sus características específicas, de su capacidad de acogida o de su menor calidad ambiental relativa en el ámbito del espacio, puedan resultar adecuadas para albergar instalaciones, actividades o servicios que redunden en beneficio de la gestión del área protegida o de las comunidades locales integradas en el espacio o próximas al mismo.

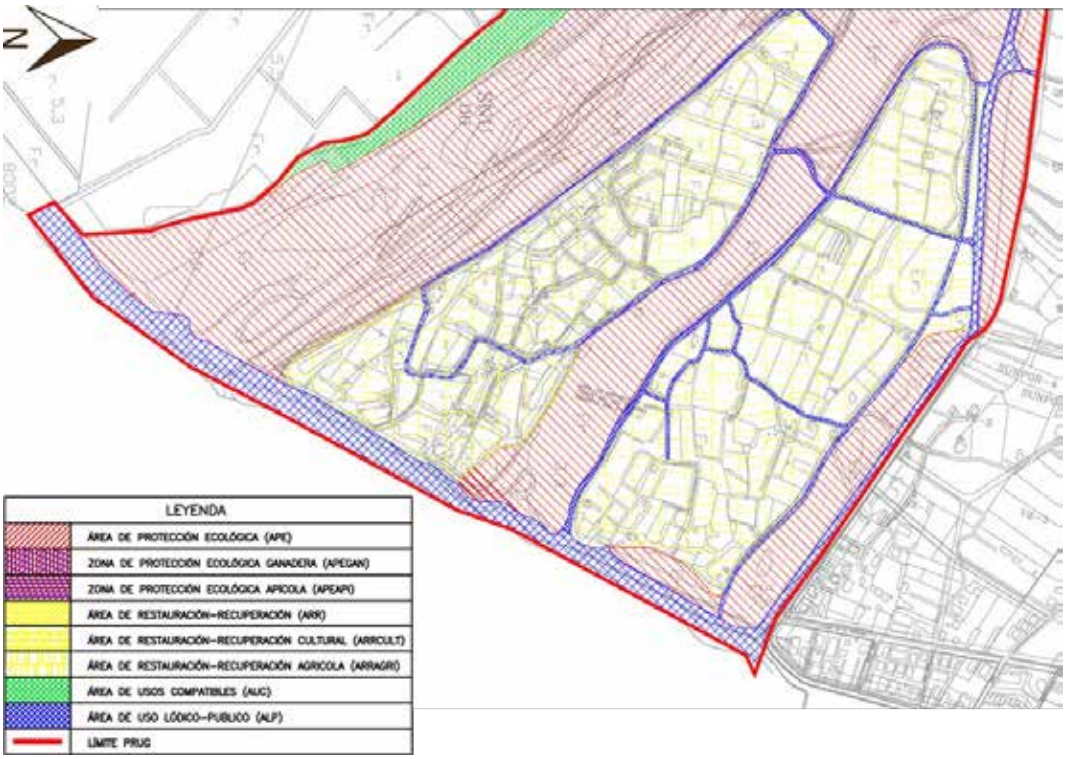


Figura 11. Extracto del plano de zonificación del Paisaje Protegido Desembocadura del riu Millars. Fuente: PRUG.

2.2 Espacio marino Delta del Ebro-Columbretes (ZEPA)

Este gran espacio marino, de 901.708,6070 ha de superficie, comprende la totalidad de la plataforma y parte del talud continental bajo la influencia directa del río Ebro. Se extiende paralelo a la costa, a lo largo de más de 140 km, desde el cabo de Salou al norte, en la provincia catalana de Tarragona, hasta el entorno de las islas Columbretes y Castellón de la Plana al sur, concretamente, hasta el límite sur del delta del Mijares (Figura 12.). Los aportes sedimentarios del Ebro a lo largo del tiempo explican la presencia de una plataforma continental particularmente amplia en esta zona, que en algunos puntos se extiende hasta unos 70 km de la costa. En el contexto del Mediterráneo es una zona especialmente rica en alimento, debido a una combinación de factores que aumentan la concentración de nutrientes en superficie y, por tanto, la productividad. Así, el agua rica en nutrientes aportada por el Ebro permanece en las capas más superficiales y potencia la productividad primaria en la zona, especialmente en primavera-verano, cuando las aguas marinas están estratificadas. Asimismo, la corriente Liguro-Provenzal- Catalana crea un frente de plataforma-talud que, al chocar con la zona norte de la plataforma continental del delta del Ebro (golfo de Sant Jordi), genera una zona de afloramientos. Éstos también se ven favorecidos por los fuertes vientos que se dan en la zona, principalmente hacia finales de invierno. La combinación de todos estos factores se traduce en una gran productividad de fitoplancton y zooplancton, lo que es aprovechado por muchas especies de pequeños peces pelágicos, principalmente la sardina (*Sardina pilchardus*) y el boquerón (*Engraulis*

encrasicholus), y otras especies demersales, para desovar. Además, la presencia del frente, caracterizado por fuertes gradientes de salinidad, persiste a lo largo de todo el año y separa las aguas oceánicas de mayor densidad de las de origen continental. Esto limita la dispersión, a alta mar, de larvas de especies costeras y de plataforma.

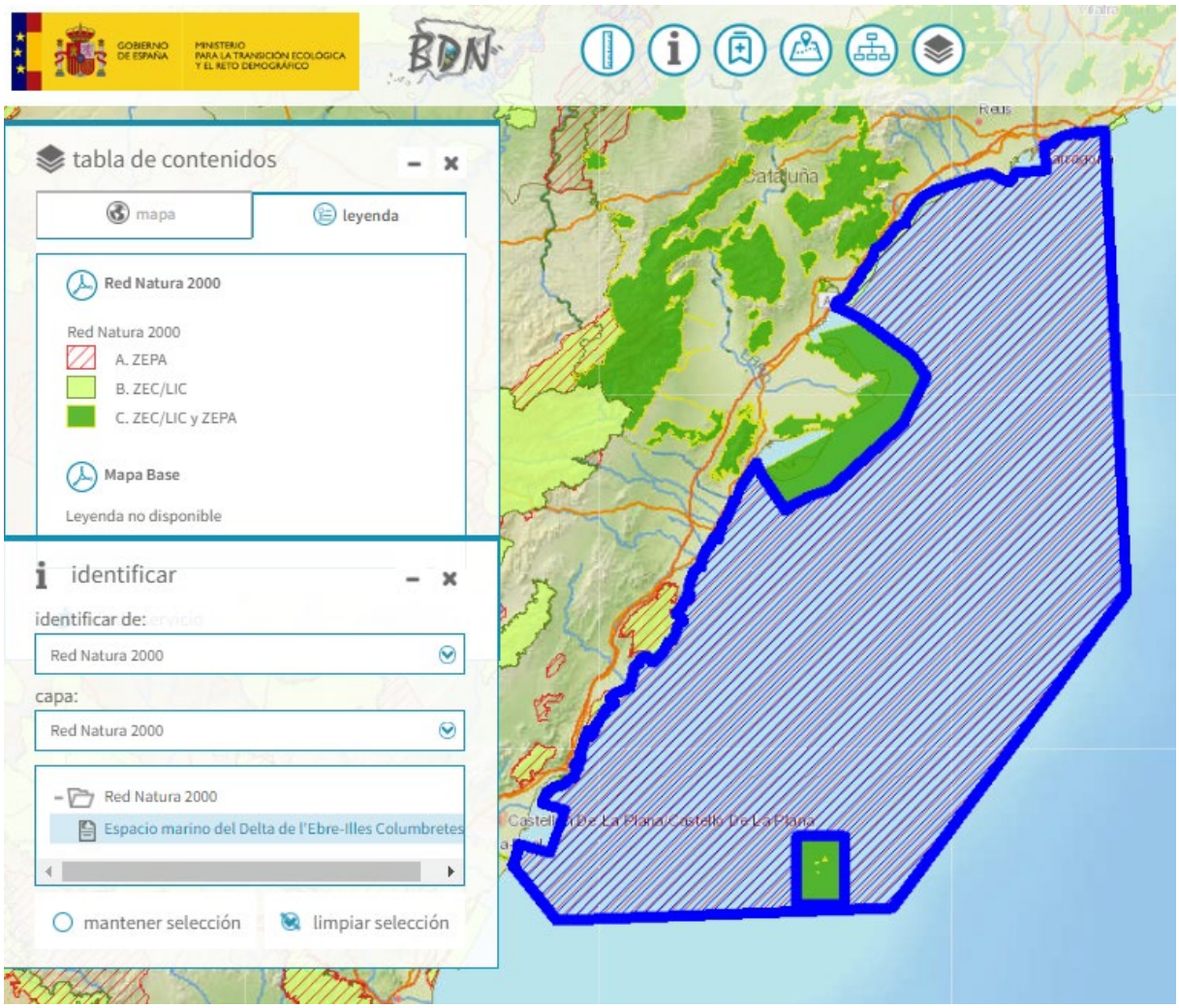


Figura 12. ZEPA "Espacio marino del Delta de l'Ebre – Illes Columbretes". Fuente: visor BDN, MITECO.

De ahí que se trate de una de las áreas marinas de alimentación más importantes para las aves marinas en todo el Mediterráneo, declarada ZEPA por *Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, por la que se declaran Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas*. En el caso de las especies más ligadas a la costa, como gaviotas y charranes, la riqueza en alimento se traduce en la presencia de importantes colonias de cría adyacentes a la zona marina, principalmente en el delta del Ebro y, en menor medida, en las islas Columbretes. Cabe destacar entre éstas a la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), que concentra en el delta del Ebro dos tercios de su población reproductora mundial. En el caso de especies con mayor capacidad de desplazamiento, como pardelas y paíños, un elevado número de individuos se desplaza a alimentarse hasta esta zona desde colonias de cría distantes,

principalmente de Baleares, aunque las islas Columbretes también albergan pequeñas poblaciones reproductoras de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) y paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*). Asimismo, la zona es de gran importancia para diversas especies durante el invierno -la zona representa la principal área de invernada para la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*) a nivel mundial- y los pasos migratorios.

La lista completa de especies de aves del ENP referidas en el artículo 4 de la Directiva Aves y listadas en el Anexo II de la Directiva Hábitats puede consultarse en el *Standard data form* del espacio Red Natura 2000 contenido en el *Anexo 3.5.1* de este Anejo, presentándose a continuación aquellas identificadas en éste como reproductoras en el lugar. En la tabla se incluye: el código y nombre de la especie, su estado de conservación y un resumen de sus hábitos y lugares de reproducción, así como su potencial reproductor en la zona objeto de actuación de proyecto a partir de la información disponible en el "III Atlas de las aves en época de reproducción en España" (2014-2018, SEO BirdLife).

Código	Nombre científico	Nombre común	Estado	Reproducción	Potencial reproductor
A010	*Calonectris diomedea*	Pardela cenicienta mediterránea	En Peligro	La pardela cenicienta mediterránea es endémica del mar Mediterráneo como reproductora. Cría en las islas Baleares, Chafarinas, Columbretes y en algunos islotes de Murcia y Almería. Ocupa acantilados costeros para reproducirse, pero depende completamente del medio marino.	no
A189	*Gelochelidon nilotica*	Pagaza piconegra	Preocupación menor	Se reproduce en numerosos humedales de la Península, aunque se restringe a la mitad meridional y a zonas de la cuenca mediterránea. Las áreas tradicionales de cría se localizan, principalmente, en la cuenca del Guadiana y las marismas del Guadalquivir y, de forma menos abundante, en la cuenca del Tajo y el delta del Ebro, así como en embalses extremeños y lagunas castellanomanchegas especialmente. Algunas colonias se encuentran en enclaves de aguas salobres, como es el caso de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga), la laguna de Gallocanta (Zaragoza y Teruel) y las salinas de Santa Pola (Alicante).	no
A181	*Larus audouinii*	Gaviota de Audouin	Vulnerable	Las principales áreas de reproducción ocupadas en la actualidad por la especie son: el delta del Ebro, las islas Columbretes, la albufera de Valencia, la isla de Grosa, la isla de Alborán, las islas Chafarinas y las islas Baleares. Aunque parecen existir nuevos asentamientos a lo largo de la costa peninsular, ubicadas mayoritariamente en puertos y salinas.	sí

Código	Nombre científico	Nombre común	Estado	Reproducción	Potencial reproductor
A180	*Larus genei / Chroicocephalus genei*	Gaviota picofina	Preocupación menor	La gaviota picofina (anteriormente género Larus; Pons et al., 2005) nidifica con regularidad en unas pocas colonias muy localizadas, que se reparten por varios humedales en Cataluña (delta del Ebro), la Comunidad Valenciana (albufera de Valencia, salinas de Santa Pola y lagunas de La Mata-Torrevieja) y Andalucía (cabo de Gata, Punta Entinas-Sabinar y marismas del Guadalquivir). En las salinas de San Pedro del Pinatar (Murcia) han criado de manera esporádica (2010-2012, y 2017) algunas decenas de parejas (López-Iborra et al., 2015), y en el marjal del Moro (Valencia) lo hizo una sola pareja excepcionalmente en 2017 (Servicio Vida Silvestre-Generalitat Valenciana, 2021).	no
A392	*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*	Cormorán moñudo	Vulnerable	El cormorán moñudo es un ave marina que se asienta en los tramos rocosos más acantilados e inaccesibles de nuestras costas, ya sea tanto en el litoral cántabro-atlántico como en el mediterráneo. Disponen los nidos, bien separados unos de otros, sobre repisas protegidas de la intemperie en acantilados rocosos.	no
A195	*Sterna albifrons*	Charrancito común	Casi amenazado / Vulnerable	Durante la época reproductora se distribuye de manera local por humedales tanto costeros como de interior, y es más abundante en enclaves del litoral mediterráneo y del arco suratlántico. Forma colonias de cria cerca del agua, aunque no necesariamente al borde del mar o en zona litoral, ya que el ave puede criar también en riberas de ríos, lagunas, graveras y otros aguazales.	sí
A193	*Sterna hirundo*	Charrán común	Casi amenazado	La población reproductora de charrán común, perteneciente a la subespecie nominal, se distribuye casi exclusivamente por humedales costero-litorales del mar Mediterráneo con un patrón muy disperso y localizado. Las principales localidades reproductoras se localizan en el delta del Ebro y la albufera de Valencia, que acogen en promedio más del 75% de la población nacional.	sí
A191	*Sterna sandvicensis*	Charrán patinegro	Vulnerable	Durante el periodo reproductor solamente se lo puede hallar con regularidad en el delta del Ebro y en la albufera de Valencia.	no

Tabla 3. Especies de aves reproductoras en la ZEPA "Espacio marino Delta del Ebro-Columbretes"

3 HÁBITATS Y ESPECIES DE ESPECIAL PROTECCIÓN

3.1 Hábitats de Interés Comunitario (HIC)

En consulta de la capa de Biodiversidad del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana, se obtienen los HÁBITATS TERRESTRES que se hallan presentes en la zona en estudio (ver Figura 13.), su distribución, cobertura, y relevancia ecológica, distinguiéndose, en cuanto a esta última, aquellos

tipificados como Hábitat de Interés Comunitario (HIC) del Anexo I de la Directiva Hábitats, y por ende de especial conservación, de los que no lo son.

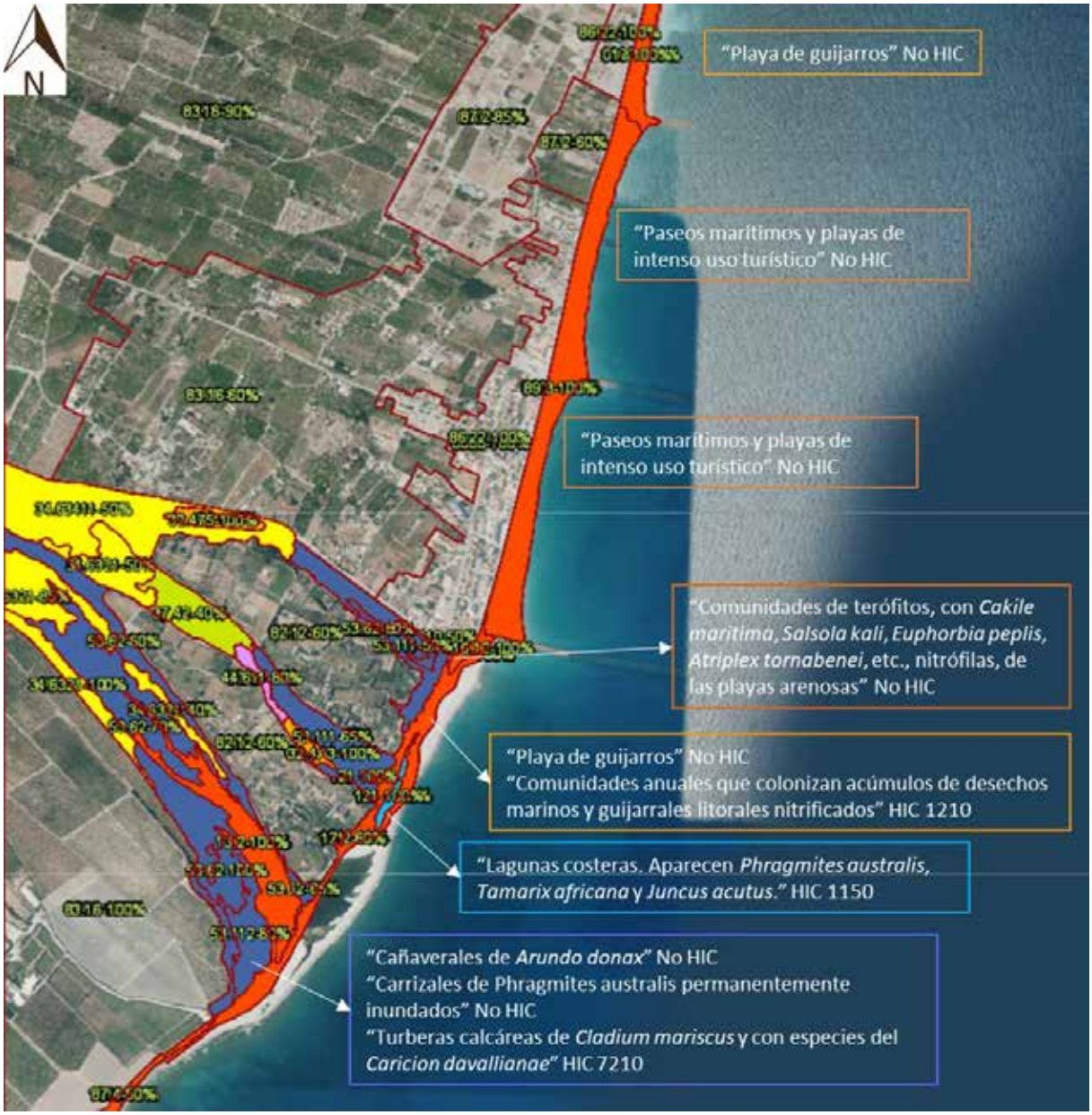


Figura 13. Hábitats terrestres presentes en el borde litoral en estudio. Fuente: Hábitats 1:10.000 del visor cartográfico GVA.

De entre los hábitats de la zona, cabe resaltar que ninguno de los tipificados como HIC se halla presente en la Playa de La Torre objeto de actuación, si bien la playa de Les Goles al sur sí alberga los **hábitats 1210 y 1150** catalogados como de interés comunitario y descritos brevemente en los apartados 3.1.1 y 3.1.2, respectivamente.

En MEDIO MARINO, la *Orden 18/2023, de 30 de junio, de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, aprueba la cartografía y catalogación previstas en el Decreto 64/2022, de 20 de mayo, del Consell, para la conservación de praderas de fanerógamas*

marinas en la Comunitat Valenciana. Según esta cartografía mostrada a continuación, disponible en el visor cartográfico de la GVA y en el anexo del citado decreto, existen frente a la zona objeto de actuación, a una distancia de 1 km desde costa, praderas de la fanerógama marina protegida *Posidonia oceanica.* Esta especie constituye el HIC prioritario **1120* "Praderas de Posidonia".**

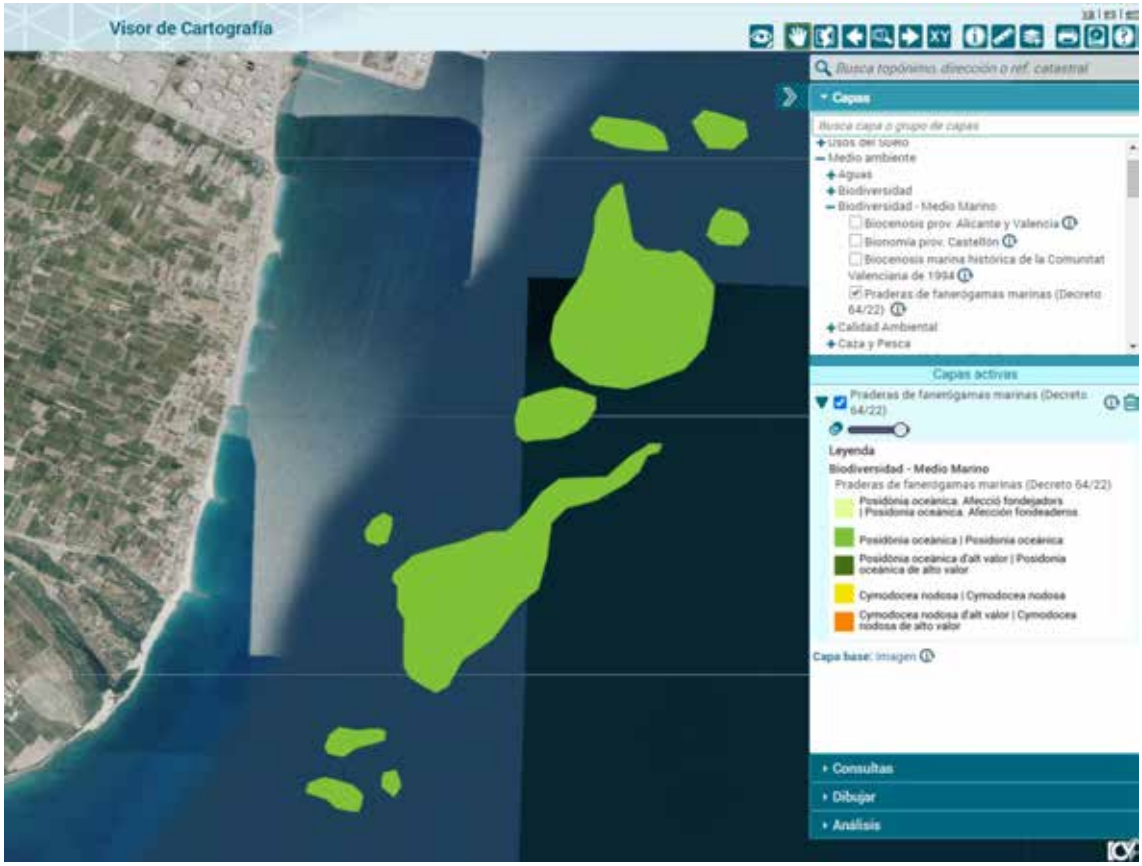


Figura 14. Cartografía de fanerógamas marinas de la CVA (Decreto 64/2022). Fuente: visor cartográfico GVA.

3.1.1 HIC 1210 "Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados"

Comunidades de plantas anuales adaptadas a la salinidad y los aportes de nitrógeno (halonitrófilas) que colonizan las zonas de la playa donde el oleaje deposita y acumula restos orgánicos, fundamentalmente vegetales, en el límite superior de la playa. Formaciones vegetales dominadas por la crucífera *Cakile maritima* o por quenopodiáceas, como *Salsola kali*, *Atriplex rosea* o *Beta maritima*. Estos medios son visitados por aves costeras que encuentran en ellos alimento (invertebrados o restos orgánicos), como chorlitejos (*Charadrius sp*.) y gaviotas (*Larus sp.*). Entre los invertebrados destacan las pulgas de arena (*Talitrus saltator*) y el saltón de playa (*Orchestia gammarella*).

3.1.2 HIC 1150 "Lagunas costeras"

Albuferas, lagunas y estanques costeros o sublitorales, de salinidad y volumen de agua variables, con o sin vegetación acuática. Se trata de medios acuáticos, desde salobres a hipersalinos, aislados o parcialmente comunicados con el mar.

3.1.3 HIC 1120* "Praderas de Posidonia"

La descripción de estas biocenosis en la zona y el estado de conservación de la Posidonia se detallan en el posterior punto 4.2 de este documento como parte de los resultados obtenidos de la campaña de campo realizada a propósito del presente proyecto, centrándose este apartado en la descripción de la especie, su hábitat y ciclo vital, su valor ecológico, las amenazas sobre la misma y su estado legal.

Descripción de la especie: Planta herbácea compuesta de raíz, tallo y hojas, endémica del mar Mediterráneo. Su organización general consiste en una serie de rizomas más o menos leñosos de crecimiento horizontal (plagiotropo) y vertical (ortrotopo) que forman una intrincada red que puede tener varios metros de espesor, enterrada en su mayor parte. En el extremo superior de los rizomas se encuentran los haces de 4 a 10 hojas acintadas, y las raíces parten a intervalos irregulares, también de los rizomas.[2]

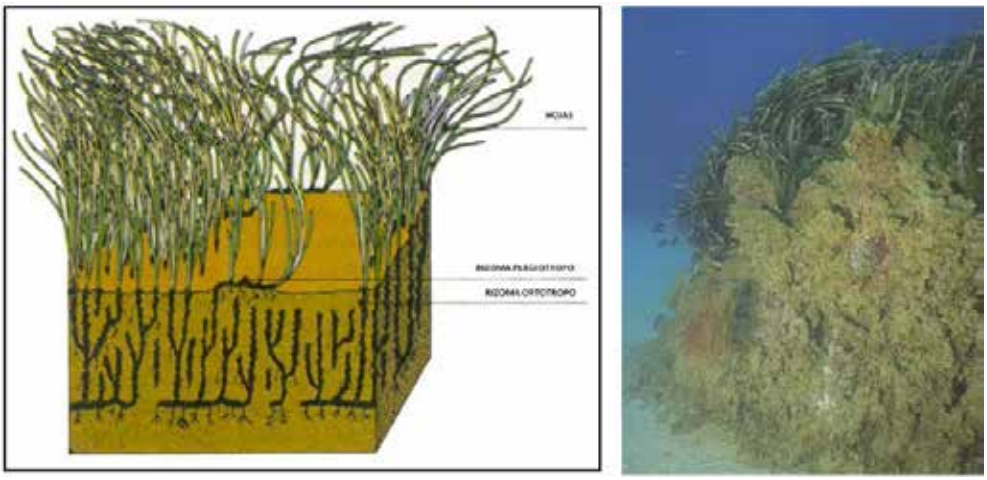


Figura 15. Sección vertical de una pradera de Posidonia.

Hábitat de distribución potencial: Las praderas de posidonia se desarrollan desde la superficie marina hasta los 50 metros de profundidad, según la transparencia de las aguas, tanto sobre sustratos duros como blandos.

Esta biocenosis se desarrolla en lugares que reúnen unas determinadas condiciones ambientales:

- Aguas claras, limpias, bien oxigenadas y exentas de contaminación, pues es muy sensibles a cualquier tipo de ésta. Lo que la convierte en un buen bioindicador de la calidad de las aguas.
- Temperatura y salinidad poco variables, con el óptimo de temperatura entre 17 y 20ºC, y muy poco tolerante al incremento de la salinidad (especie estonohalina), conociéndose que a partir de concentraciones de 38,5 psu (unidad práctica de salinidad), se produce reducción del crecimiento, aumento de la mortalidad, necrosis de tejidos y caída prematura de las hojas.

[2] Juan Carlos Calvín Calvo. "El ecosistema marino mediterráneo. Guía de su flora y fauna".

- Débil hidrodinamismo.
- Sustrato donde poder desarrollar sus rizomas y donde exista cierta cantidad de materia orgánica.

Ciclo vital: con unas variaciones estacionales muy acentuadas, siendo en las hojas donde mejor se aprecia. Se puede hablar de varias fases:

- La fase juvenil o de latencia: dura de octubre a febrero, y en ella los haces están formados por hojas nuevas, cortas y con muy pocos epífitos, siendo su crecimiento reducido.
- La fase de madurez o actividad: comprende de marzo a junio, y aunque no aparecen nuevas hojas, las existentes presentan un crecimiento muy acentuado.
- La fase de senectud o de crecimiento lento: dura de junio a septiembre, y durante la misma el crecimiento se va reduciendo al mínimo, en el centro del haz aparecen un gran número de hojas, a la vez que las hojas ya existentes han ido envejeciendo y, con sus máximas tallas, están cargadas de epífitos, lo que hace que su efectividad fotosintética se encuentre muy reducida.

Aunque la pérdida de hojas es continua a lo largo del año, es a partir del mes de agosto cuando se puede decir que comienza la caída de las mismas, siendo con los grandes temporales de otoño con los que se producirá la pérdida máxima de ellas.

Debido a su lento crecimiento, esta fanerógama marina necesita siglos para tapizar superficies decamétricas y milenios para constituir verdaderas praderas.

Importancia, amenazas y situación legal:

El papel fundamental de las praderas de Posidonia puede resumirse en:

- Producción de aguas de buena calidad ambiental: La estructura particular de la planta de Posidonia, en especial sus rizomas, permite la retención de sedimentos, limpiando el agua de partículas en suspensión y favoreciendo el enriquecimiento del suelo en materia orgánica. Además, la elevada tasa fotosintética de sus hojas acintadas, que libera al medio entre 10 y 14 litros de oxígeno por metro cuadrado (produce diariamente hasta 20 litros de O_2 por cada m^2), oxigenando las aguas circundantes.
- Síntesis de materia orgánica: principal productor primario del mediterráneo.
- Lugar de reproducción y cría: hábitat e incubadora de multitud de especies.
- Protección de la costa:
    - Como se ha visto anteriormente, una de las características de esta planta es su capacidad de reproducción vegetativa por desarrollo de sus rizomas que le permite crecer horizontal y verticalmente en el sustrato, dando lugar este último a una elevación del nivel del fondo que

actúa como barrera al hidrodinamismo atenuando el oleaje que incide en la costa y que reduce la pérdida de arena en las playas contribuyendo a su estabilidad.

- Por otra parte, los restos de hojas arrancados tras los temporales y depositados en la orilla en forma de hojas sueltas y pelotas de fibras de Posidonia que retienen sedimento en su interior, forman acumulaciones en las playas (denominados arribazones) que juegan un papel fundamental para su asentamiento, consolidando y dando firmeza a las mismas conforme van siendo enterrados de forma natural por nuevos aportes de arena.

La degradación de estas praderas es función de factores como:

- La erosión mecánica debida a las anclas de las embarcaciones o a la pesca de arrastre.
- La influencia de la contaminación orgánica o industrial (fenómenos de eutrofización), vertidos de salmueras, hidrocarburos y otros contaminantes.
- La influencia del hidrodinamismo y de los procesos de erosión y sedimentación, tanto de carácter natural como artificial.
- El dragado de los fondos
- En algunos lugares, la entrada del alga invasora introducida artificialmente *Caulerpa taxifolia* o la proliferación de la cepa invasora de *Caulerpa racemosa*, puede desplazar estas praderas.

En la "Directiva Hábitats" (Directiva 92/43 CEE del 21/05/1992) y su posterior adaptación al progreso técnico y científico a través de la Directiva 97/62/CE del 27 de octubre de 1997, y en última instancia modificada por la Directiva 2006/105/CE del consejo por la que se adaptan las Directivas 73/239/CEE, 74/557/CEE y 2002/83/CE en el ámbito del medio ambiente: se incluyen las praderas de *Posidonia oceanica* en el Anexo 1 (hábitat 1120), como "hábitat prioritario a conservar dentro del territorio de la Unión Europea".

De ahí que en la *Ley 42/2007 de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española, se incluya este hábitat en el Anexo I, por ser de interés comunitario, cuya conservación requiere la designación de Zonas de Especial Conservación.

A nivel de especie, *Posidonia oceanica* está incluida en el Anexo I de la "Convención de Berna" como especie de flora estrictamente protegida, y en "Régimen de Protección Especial" según el *Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas*.

Por su parte, el *Reglamento de Pesca de la Unión Europea para el Mediterráneo* (Reglamento CE núm.1626/94 y Reglamento CE Nº 1967/2006), prohíbe expresamente la pesca de arrastre sobre praderas de fanerógamas marinas.

A nivel autonómico, esta especie (junto con *Cymodocea nodosa*) se encuentra protegida al amparo del *Decreto 64/2022, de 20 de mayo, del Consell, para la conservación de praderas de fanerógamas marinas en la Comunitat Valenciana.*

De forma general **se prohíben** las actividades de recoger, cortar, mutilar, arrancar o destruir intencionadamente la planta, entre otras, y las siguientes actuaciones sobre las praderas de fanerógamas marinas: la pesca de arrastre, las extracciones de áridos, el vertido de materiales dragados, el vertido de aguas residuales y salmueras, y el fondeo incontrolado. Asimismo, se incluyen dentro de este régimen los nuevos proyectos, entre otros, los de acuicultura, los nuevos emisarios submarinos y las nuevas obras en aquellos casos en que la correspondiente tramitación ambiental determine que puedan tener efectos negativos sobre las praderas de fanerógamas marinas.

Según artículo 4.4. de esta disposición, los nuevos proyectos que, sin ubicarse sobre praderas de fanerógamas marinas, durante la correspondiente tramitación ambiental se determine que puedan tener efectos negativos sobre ellas, deben plantear alternativas que garanticen el cumplimiento de las prescripciones de este decreto.

Finalmente, y de cara a la futura ejecución de las obras, en el artículo 7 del decreto se regula el fondeo de embarcaciones en estas zonas, y en el artículo 6 se especifica qué hacer con los restos de Posidonia y Cymodocea en caso de tener que retirarlos de la playa.

3.2 Especies prioritarias

En consulta del Banco de Datos de Biodiversidad de la GVA, se identifica que en la zona de actuación del presente proyecto y sus inmediaciones (cuadrículas de 1x1km mostradas en la Figura 16.) tienen potencial presencia las siguientes especies prioritarias (*) y restringidas (**):

Especie	Nombre castellano	Nombre valenciano	Estado legal	Taxonomía
Acrocephalus melanopogon	Carricerín real	Xitxarra bigotuda	Categoría UICN: Vulnerable Convenio de Berna: Anexo II Convenio de Bonn: Anexo II Directiva Aves: Anexo I Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE)	Genero:Acrocephalus Familia:Acrocephalidae Orden:Passeriformes Clase:Aves Phylum:Chordata Reino:Animalia
Aphanius iberus	Fartet	Fartet	Catálogo Español de Especies Amenazadas: En peligro de	Genero:Aphanius Familia:Cyprinidontidae

Especie	Nombre castellano	Nombre valenciano	Estado legal	Taxonomía
			extinción Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas: Anexo I - En peligro de extinción Categoría UICN: En peligro Convenio de Berna: Anexo III Directiva Hábitats: Anexo II Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM: Anexo II	Orden:Cyprinidontiformes Clase:Actinopterygii Phylum:Chordata Reino:Animalia
Cymodocea nodosa	Hierba de mar		Convenio de Berna: Anexo I Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM: Anexo II	Genero:Cymodocea Familia:Cymadoceaeceae Orden:Potamogetonales Clase:Liliopsida Phylum:Magnoliophyta Reino:Plantae
Emys orbicularis	Galápago europeo	Tortuga d'aigua europea	Catálogo Español de Especies Amenazadas: Vulnerable Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas: Anexo I - En peligro de extinción Convenio de Berna: Anexo II Directiva Hábitats: Anexos II y IV Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE)	Genero:Emys Familia:Emydidae Orden:Testudines Clase:Reptilia Phylum:Chordata Reino:Animalia
Lutra lutra	Nútria paleártica	Llúdria	Categoría UICN: Casi amenazada Convenio de Berna: Anexo II Directiva Hábitats: Anexos II y IV Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE)	Genero:Lutra Familia:Mustelidae Orden:Carnivorae Clase:Mammalia Phylum:Chordata Reino:Animalia
Mauremys leprosa	Galápago leproso	Tortuga d'aigua ibèrica	Convenio de Berna: Anexo II Directiva Hábitats: Anexos II y IV Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE)	Genero:Mauremys Familia:Geoemydidae Orden:Testudines Clase:Reptilia Phylum:Chordata Reino:Animalia
Posidonia oceanica	Posidonia		Convenio de Berna: Anexo I Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM: Anexo II	Genero:Posidonia Familia:Posidoniaceae Orden:Potamogetonales Clase:Liliopsida Phylum:Magnoliophyta Reino:Plantae
Sternula albifrons	Charrancito común	Mongeta	Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas: Anexo I - Vulnerable Categoría UICN: Casi amenazada Convenio de Berna: Anexo II Convenio de Bonn: Anexo II Directiva Aves: Anexo I Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial	Genero:Sternula Familia:Laridae Orden:Charadriiformes Clase:Aves Phylum:Chordata Reino:Animalia

Especie	Nombre castellano	Nombre valenciano	Estado legal	Taxonomía
			(LESRPE) Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM: Anexo II	

Tabla 4. Especies prioritarias con potencial presencia en el entorno de la playa de La Torre y sus alrededores. Fuente: BDB de la GVA.

Figura 16. Cuadrículas del BDB en el entorno de la playa de La Torre.

De entre éstas, tan sólo se ha constatado la posible presencia real en la zona potencialmente afectada por proyecto, de:

- *Cymodocea nodosa* (ver apartado 4. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES MARINAS)
- *Posidonia oceanica* (ver apartado 4. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES MARINAS)
- *Sterna albifrons* (ver punto 3.4 Avifauna)

Cabe destacar además que en el levante español se han registrado en los últimos años eventos esporádicos de anidación de tortuga boba (*Caretta caretta)*, la cual emerge a la playa de noche durante la temporada de verano para anidar, por lo que su potencial presencia en la zona de actuación no puede descartarse.

3.2.1 Nacras (*Pinna nobilis*)

Pinna nobilis (nacra) es la especie de bivalvo más grande del Mediterráneo y una de las más grandes del mundo, que puede alcanzar los 120 cm de tamaño, y vivir más de 20 años. Su forma es triangular,

con el extremo anterior puntiagudo y el posterior redondeado. Vive clavada en el sustrato por la porción anterior, fijada fuertemente mediante los filamentos del biso. Estos filamentos se fijan mediante placas de adhesión a pequeños restos calcáreos de otros invertebrados y principalmente a las raíces y rizomas de *P. oceanica* con las que además se entrelaza generando un entramado complejo que aumenta la sujeción al fondo. La cara externa suele estar cargada de filas de espinas, sobre todo en los individuos juveniles. En los adultos éstas se erosionan y la concha está fuertemente recubierta por una gran variedad de epibiontes. Se reproduce en los meses de abril a septiembre y durante este periodo los ejemplares cambian de sexo sucesivas veces, emitiendo alternativamente al medio, óvulos o espermatozoides.

Figura 17. Ejemplar adulto de Nacra en pradera de Posidonia oceanica.

Es una especie endémica del Mar Mediterráneo, citada por toda la cuenca desde el Mediterráneo oriental hasta el occidental. En España las mayores densidades se encuentran en las praderas de *P. oceanica* localizadas al sur del Cabo de San Antonio (Comunidad Valenciana) y en los alrededores de las Islas Baleares.

Se trata de una especie en **"peligro crítico de extinción"** en la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)". También clasificada como **especie de interés comunitario** que requiere una **protección estricta** por la Directiva Europea de Hábitats (92/43/CEE) y como especie en peligro de extinción por el protocolo sobre áreas especialmente protegidas y diversidad biológica en el Mediterráneo del Convenio de Barcelona (Anexo II).

Anteriormente existía una gran cantidad de estos individuos, pero su población se ha visto reducida hasta un 98% en ciertas zonas. Estos moluscos están amenazados por la pesca, la contaminación, la desaparición de las praderas de posidonia, los daños producidos por el arrastre de anclas y la presencia de una nueva especie de protozoo esporulado, el *Haplosporidium pinnae*.

Este parásito, es el principal causante de una epidemia masiva de la Gran Nacra mediterránea que continúa propagándose rápidamente, revelando la necesidad de nuevas medidas urgentes. Tras un primer brote en 2016, que provocó la mortalidad de cerca del 99% de la población de nacras en España, la propagación de esta epidemia causada por el protozoo del género *Haplosporidium* y probablemente otras micobacterias amenaza seriamente la supervivencia del molusco bivalvo más grande del Mediterráneo.

3.2.2 Tortuga boba (*Caretta caretta*)

Caretta caretta, también conocida como tortuga boba, tortuga caguama, cayume, o cabezona, es la única especie del género Caretta, que pertenece a la familia Cheloniidae, dentro de la superfamilia de las tortugas marinas.

Figura 18. Tortuga boba

La tortuga boba se localiza prácticamente en todos los mares y océanos cálidos del planeta, dependiendo de su ciclo de vida, es posible encontrarla tanto en mar abierto como en aguas poco profundas, zonas costeras, bahías y estuarios, acercándose únicamente a las playas de nacimiento para el desove. Los neonatos se dirigen a mar abierto buscando refugio. Los adultos y juveniles se localizan más en la plataforma continental o los estuarios costeros de aguas poco profundas.

En el Mediterráneo, de las tres especies de tortugas que existen, es la más abundante, se dirigen al mar de Alborán y el mar Adriático y su principal zona de desove es Grecia.

Esta especie se encuentra incluida en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN y en el Catálogo español de especies amenazadas como especie vulnerable, así como en el Anexo V de la *Ley de Patrimonio Natural y la Biodiversidad* (*L 42/2007*) que recoge las especies que requieren una protección estricta.

Las amenazas a las que está expuesta la especie son:

- Las capturas accidentales por redes de pesca
- La ingesta de anzuelos en artes de palangre al ir a comerse los cebos

- La ingesta accidental de basuras flotantes, especialmente de plásticos que son fácilmente confundibles con uno de sus principales alimentos, las medusas, los cuales les producen bloqueos intestinales y ahogamientos
- La contaminación marina
- Colisiones con embarcaciones
- La alteración/destrucción de las playas de desove
- La captura para consumo de su carne y de sus huevos

3.3 Flora terrestre

3.3.1 Palmeras

Tanto en el trasdós del espigón central de la Playa de La Torre (ver Figura 19.), como en el trasdós del espigón sur (Figura 20.), se plantaron artificialmente, sin ser autóctonas de la zona, una serie de palmeras que, en caso de reunir alguna de las características siguientes, se considerarían protegidas de acuerdo a la Ley 4/2006, de 19 de mayo, que regula el patrimonio arbóreo monumental de la CVA:

Figura 19. Palmeras en la región central de la playa de La Torre.

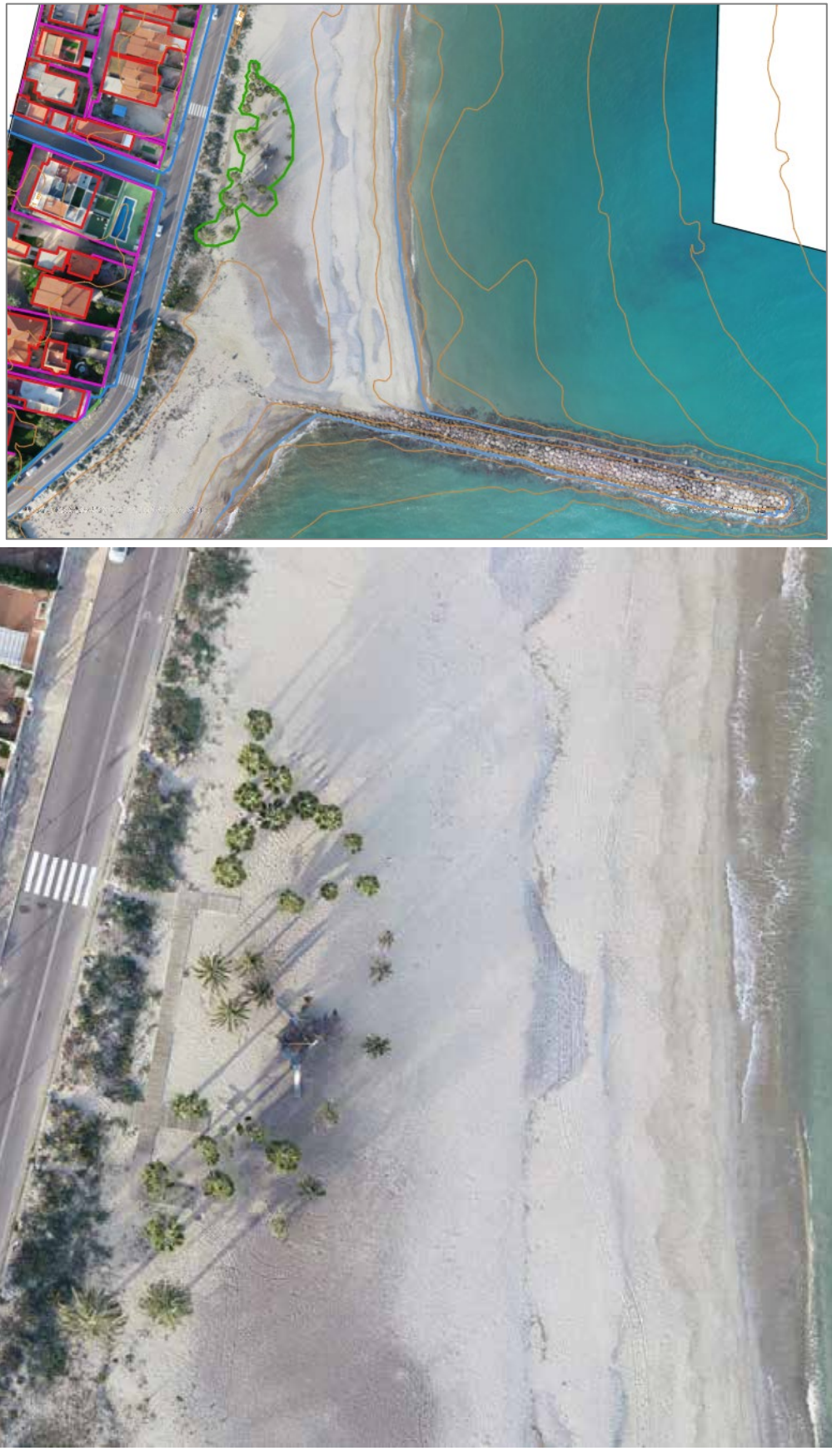


Figura 20. Palmeras en la región meridional de la playa de La Torre.

Se declaran protegidos genéricamente, sin necesidad de resolución singularizada los ejemplares de cualquier especie arbórea existente en la Comunitat Valenciana que igualen o superen uno o más de los siguientes parámetros:

- *350 años de edad.*
- *30 metros de altura.*
- *6 metros de perímetro de tronco, medido a una altura de 1,30 m de la base.*
- *25 metros de diámetro mayor de la copa, medido en la proyección sobre el plano horizontal.*

Para las distintas especies de la familia Palmae que superen los 12 m de estípite, con excepción de «Washingtonia robusta» H. A. Wendland., cuyo umbral se establece en 18 m.

Se prohíbe la tala o destrucción de estos ejemplares, así como la realización de obras o actuaciones que pudieran dañarlos irreversiblemente o entorpecer su adecuado desarrollo, salvo por las excepciones recogidas en la citada normativa de patrimonio arbóreo monumental de la Comunitat Valenciana.

3.3.2 Zona de recuperación de flora

En la región central de la playa de La Torre, en el trasdós del espigón central del tramo, ya en la celda sur junto al acceso a la playa, se ha delimitado una "Zona de recuperación de flora" destinada a la recuperación de la especie *Calystegia soldanella* (campaneta de mar).

Figura 21. Zona de recuperación de Calystegia soldanella en el extremo norte de la celda sur de la playa de La Torre.

Calystegia soldanella, campanilla de las dunas, campanilla de arena o enredadera de las dunas, es una planta herbácea de la familia de las Convolvulaceae, rampante, con hojas bastante carnosas y grandes flores solitarias. Es una planta hermafrodita, con un periodo de floración de mayo a octubre. Su hábitat

y distribución son principalmente las dunas y arena costeras marítimas de áreas seleccionadas de la costa oriental de América del Norte, en toda Europa y en Asia.

Figura 22. Calystegia soldanella.

La zona acotada se emplaza en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM (m) ETRS89 huso 30	
X (m)	Y (m)
756033,9742	4423336,5799
756041,2274	4423334,9982
756037,7378	4423320,6652
756031,0019	4423322,1256

Tabla 5. Localización del recinto acotado de flora.

3.4 Avifauna

Se exponen a continuación las principales características y hábitos reproductivos de las aves potencialmente nidificantes en la zona objeto de actuación de proyecto con base en la información disponible al efecto.

3.4.1 Gaviota de Audouin (*Larus audounii*)

Muy escasa y rara, la gaviota de Audouin es una especie restringida a la cuenca del Mediterráneo. En nuestro país contaba en los años sesenta del pasado siglo apenas con unos cientos de parejas, si bien a partir de los años ochenta, en que comenzó a colonizar diversos enclaves litorales, ha experimentado un significativo incremento de sus efectivos, hasta el punto de considerarse a la población española como la más importante a nivel mundial en la actualidad.

Figura 23. Gaviotas de Audouin adultas posadas sobre una roca (izq.) y evolución de los ejemplares de la especie según la edad (dcha.).

Entre estos nuevos enclaves de anidación se halla identificada la zona de actuación y sus alrededores, según mapa de distribución de la especie del III Atlas de las Aves en reproducción en España.

Figura 24. Distribución observada de Gaviota de Audouin en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura.

Especialmente durante la época reproductora, la gaviota de Audouin muestra un carácter bastante gregario al nidificar en pequeñas colonias (aunque también puede reproducirse en solitario). Los nidos se mantienen separados unos de otros entre 1 y 4 metros, espacio que es defendido por los adultos ante cualquier intruso. Normalmente se sitúan en costas rocosas, directamente sobre el suelo junto a algún arbusto, y consisten en pequeñas excavaciones del terreno tapizadas con algas y otros restos vegetales. En el delta del Ebro también emplazan los nidos en playas arenosas y en diques e isletas en

salinas y terreno marismeño. Las colonias suelen ser monoespecíficas, pero a veces se mezclan con gaviotas patiamarillas y otros láridos, charranes y limícolas.

Entre finales de abril y principios de mayo tiene lugar la puesta, que consta de dos o tres huevos ligeramente brillantes y de color oliva claro escasamente moteados. Ambos adultos se hacen cargo de la incubación por un periodo de 28 o 29 días, al cabo de los cuales nacen unos pollos bastante precoces, que al poco tiempo ya son capaces de desplazarse por las inmediaciones del nido, aunque siempre protegidos por sus progenitores. Con algo más de un mes de vida completan su desarrollo, si bien son atendidos por los adultos todavía durante tres o cuatro meses más.

3.4.2 Charrancito común (*Sternula albifrons*)

El charrancito común, el más pequeño de nuestros charranes, es el único miembro de su familia con el pico amarillo y de punta negra. Desarrolla un vuelo rápido y más agitado que el de otros charranes, que lo hace inconfundible. Allí donde cría, resulta muy llamativo observar la incansable actividad de pesca de los grupos de adultos mientras se alimentan de pequeños peces y crustáceos, siempre cerca de la colonia, que capturan con rápidas y repetidas zambullidas y buceos, a veces en la misma orilla.

Figura 25. Fotografía de un ejemplar de Charrancito común sobre una playa de arenas y gravas.

El charrancito común muestra una distribución muy dispersa y localizada, al igual que el resto de charranes y fumareles (Corbacho et al., 2009). Los principales núcleos reproductores se localizan en humedales costeros a lo largo tanto del litoral atlántico andaluz (marismas onubenses, Doñana-marismas del Guadalquivir y bahía de Cádiz) como del mediterráneo andaluz (salinas almerienses), murciano-levantino (salinas de San Pedro, Santa Pola, la Mata-Torrevieja, El Hondo, la Albufera y Prat de Cabanes) y catalán (delta del Ebro). Ha sido identificado asimismo como reproductor en distintos puntos de la costa castellonense, entre ellos en la zona de actuación y su entorno, tal y como puede observarse en el mapa siguiente.

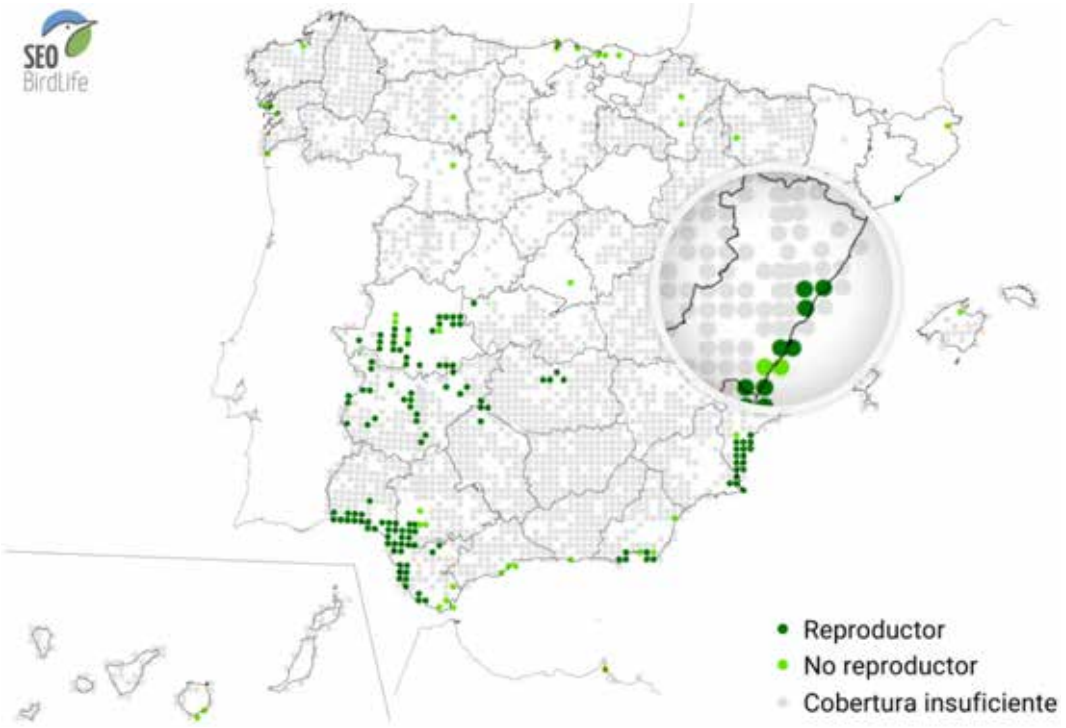


Figura 26. Distribución observada de Charrancito común en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura.

Forma colonias de cría monoespecíficas, generalmente de 5- 20 parejas, aunque pueden llegar a ser varios cientos. A veces, se asocia con otras especies, como avocetas, chorlitejos y pagazas, en cuyo caso el charrancito se ve relegado a las zonas exteriores. Estas colonias siempre están cerca del agua, aunque no necesariamente al borde del mar o en zona litoral, ya que el ave puede criar también en riberas de ríos, lagunas, graveras y otros aguazales.

El periodo de cría se extiende de mayo a julio, y la puesta consta de dos o tres huevos incubados durante 22 o 23 días por ambos progenitores, que también se ocupan de la crianza de la prole. Los 4 pollos son capaces de abandonar el nido a las pocas horas de nacer para buscar refugio en zonas abrigadas y tardan 28-30 días en volar.

3.4.3 Charrán común (*Sterna hirundo*)

De las tres especies de charranes de pico y patas rojas que habitualmente se pueden observar en España (los otros dos son los charranes ártico y rosado), el charrán común es la más abundante y la única con poblaciones reproductoras. Ave migradora costera de larga distancia, esta golondrina de mar de mediano tamaño recorre anualmente varios miles de kilómetros entre sus áreas de cría en las zonas templadas del hemisferio norte y las de invernada, situadas desde la región ecuatorial hacia el sur.

Figura 27. Fotografías de ejemplares de charrán común en vuelo (izq.) y en un nido sobre el suelo (dcha.).

La población reproductora de charrán común, perteneciente a la subespecie nominal, se distribuye casi exclusivamente por humedales costero-litorales del mar Mediterráneo con un patrón muy disperso y localizado, y con una dinámica espacio-temporal típicamente metapoblacional al igual que otras especies de charranes y fumareles (Dies et al., en Martí y del Moral, 2003; Corbacho et al., 2009). Las principales localidades reproductoras se localizan en el delta del Ebro y la albufera de Valencia, que acogen en promedio más del 75% de la población nacional, aunque también se han identificado nuevas colonias en otros puntos del litoral como es el caso de la zona de proyecto y sus inmediaciones (ver Figura 28.).

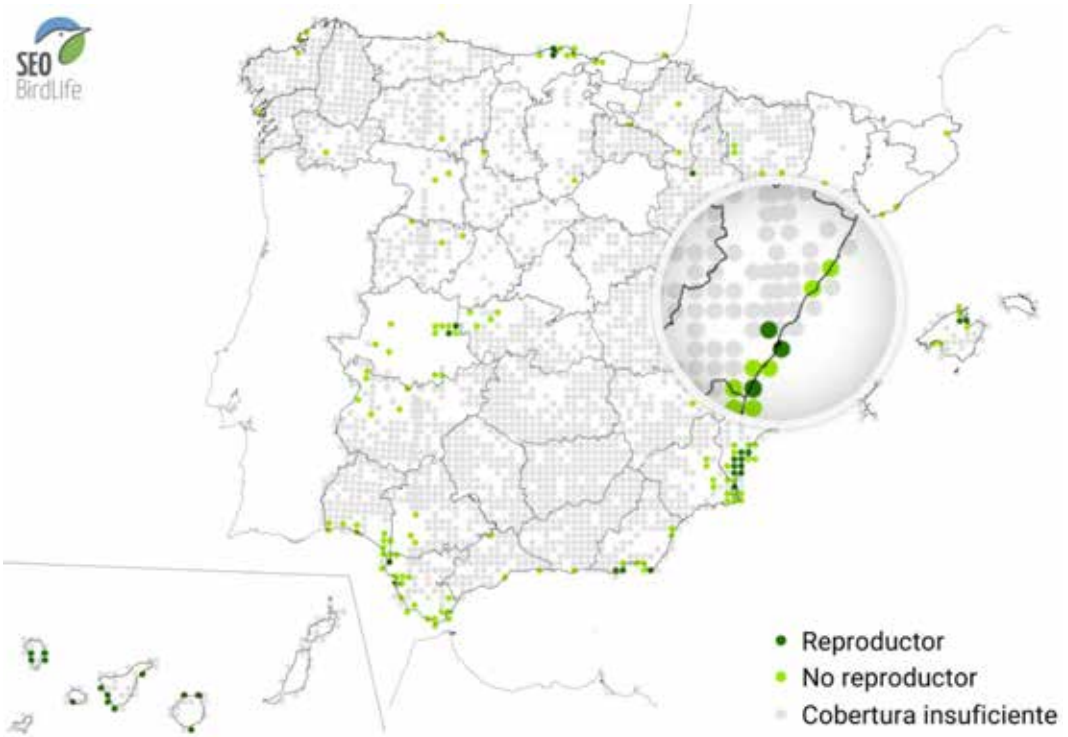


Figura 28. Distribución observada de Charrán común en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura.

Habitualmente cría en colonias y, en ocasiones, de forma aislada. El nido se instala directamente sobre el suelo, al descubierto o al amparo de alguna mata, con escaso recubrimiento interior (o ninguno).

La llegada de reproductores a las colonias mediterráneas tiene lugar entre finales de marzo y principios de abril, y las primeras puestas se realizan, según los años, entre mediados de abril y principios de mayo.

La puesta media es de dos o tres huevos, que son incubados por ambos adultos durante 22 o 23 días. Los pollos, que nacen con los ojos abiertos y recubiertos de plumón, son capaces de dejar el nido y buscar resguardo en la vegetación cercana a los dos o tres días de nacer y tardan en volar 21-25 días.

3.4.4 Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*)

Esta pequeña limícola de pico corto y llamativo plumaje es una de las especies más características de los ríos, lagunas y graveras del interior peninsular y de ambos archipiélagos. Se instala, preferentemente, en orillas pedregosas, islas y bancos de grava o arena, donde dispone un somero nido que acogerá los cuatro huevos de que consta habitualmente su puesta. Fuera de la estación reproductora frecuenta también estuarios y arenales costeros.

Figura 29. Fotografía de un ejemplar de chorlitejo chico.

El chorlitejo chico está presente prácticamente en todas las comunidades autónomas peninsulares y también en Canarias, Baleares y Melilla. Destacan algunos grandes humedales donde se ha localizado una mayor concentración, como son las albuferas de Valencia y de Mallorca, en los embalses de Navalcán y de Rosarito en Toledo, en el delta del Llobregat, y los embalses de Guadiloba y de Orellana en Extremadura (Palomino y Molina, 2009). Existe constancia de la anidación de esta especie en la Playa de Les Goles al sur de la zona de proyecto, donde, como se ha expuesto anteriormente, se ha delimitado una zona en el trasdós de la playa para la protección de los nidos.

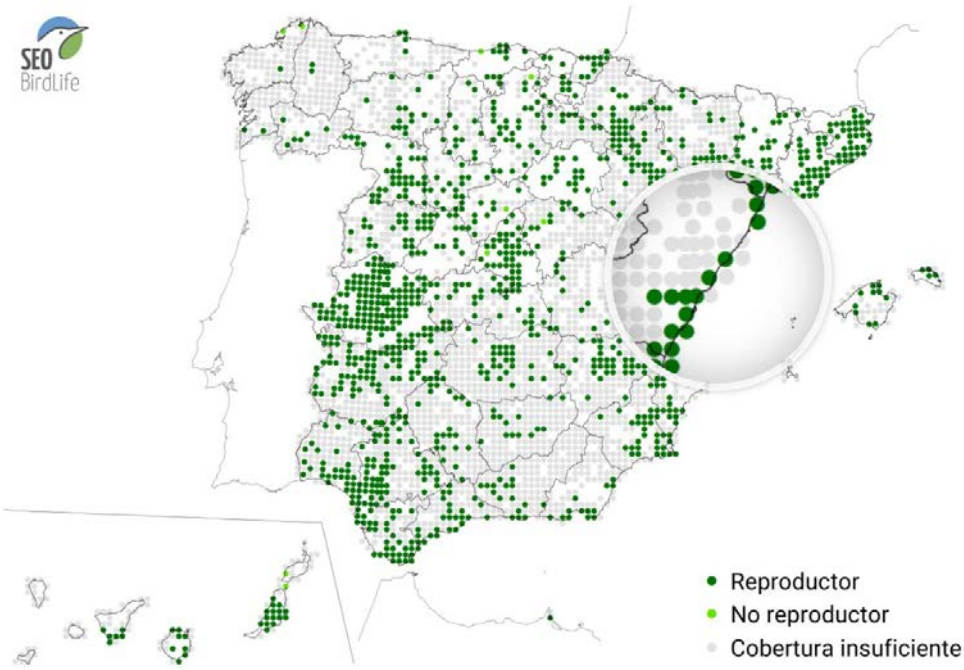


Figura 30. Distribución observada de Chorlitejo chico en el III Atlas (2014-2018). Las cuadrículas UTM de 10 x 10 km marcadas como «Reproductor» incluye reproducción posible, probable o segura.

El chorlitejo chico suele reproducirse entre los meses de abril y septiembre, fundamentalmente en junio.

Para nidificar selecciona orillas despejadas con guijarros o playas de grava, remansos y bancos de arena en ríos y lagos.

El nido consiste en una depresión somera tapizada con materia vegetal y piedrecillas, donde la hembra deposita, normalmente, cuatro huevos piriformes y extremadamente crípticos gracias a su diseño de manchas y listas.

La incubación se prolonga durante 24 o 25 días, tras los cuales nacen los pollos, que son capaces de desplazarse y alimentarse por sí mismos al poco de romper el cascarón. No obstante, los adultos se ocupan de atender a su descendencia durante los casi 30 días que se requieren para completar su desarrollo.

4 ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES MARINAS

Para la identificación y caracterización de las comunidades marinas existentes en los fondos de la zona objeto de proyecto y sus alrededores, se ha procedido a su estudio in situ mediante campaña de campo realizada en febrero de 2023 y el posterior análisis y procesado de los datos.

Se resume a continuación las principales características de las actividades realizadas y se exponen los resultados obtenidos, adjuntándose en el *Anexo 3.5.2* del presente documento el Informe completo del estudio acometido.

4.1 RELACIÓN DE HÁBITATS MARINOS IDENTIFICADOS. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO

4.1.1 Material y métodos

El cartografiado bionómico actualizado de la zona en estudio se ha obtenido mediante la consecución de las siguientes actividades:

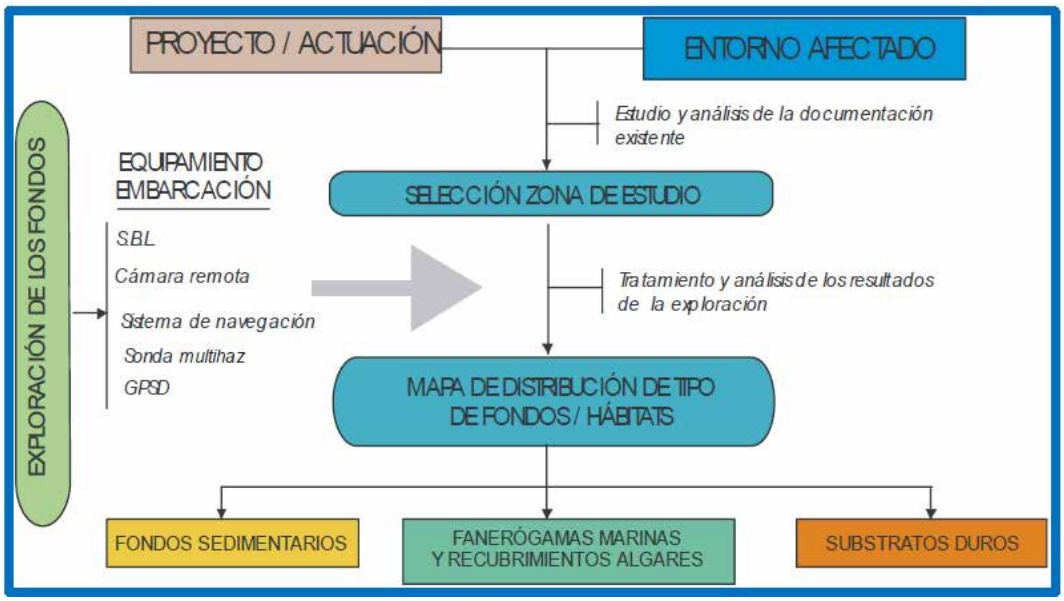


Figura 31. Esquema general de la elaboración de una cartogarfía de hábitats bentónicos.

1. Recopilación de información bibliográfica y cartográfica.

2. Prospección de los fondos marinos mediante:

   2.1 Sonar de Barrido Lateral (SBL): prospección del 100% de los fondos en estudio, desde la región central de la celda sur de la playa de Benafeli hasta el sur del delta del Mijares, y desde costa hasta la batimétrica -30 m.

   2.2 Cámara de Vídeo remolcada: para completar los datos obtenidos con SBL y permitir una identificación más precisa de las biocenosis existentes, se llevan a cabo transectos georreferenciados mediante vídeo remolcado, que se establecen a partir de la campaña de SBL y del resultado de la recopilación de información.

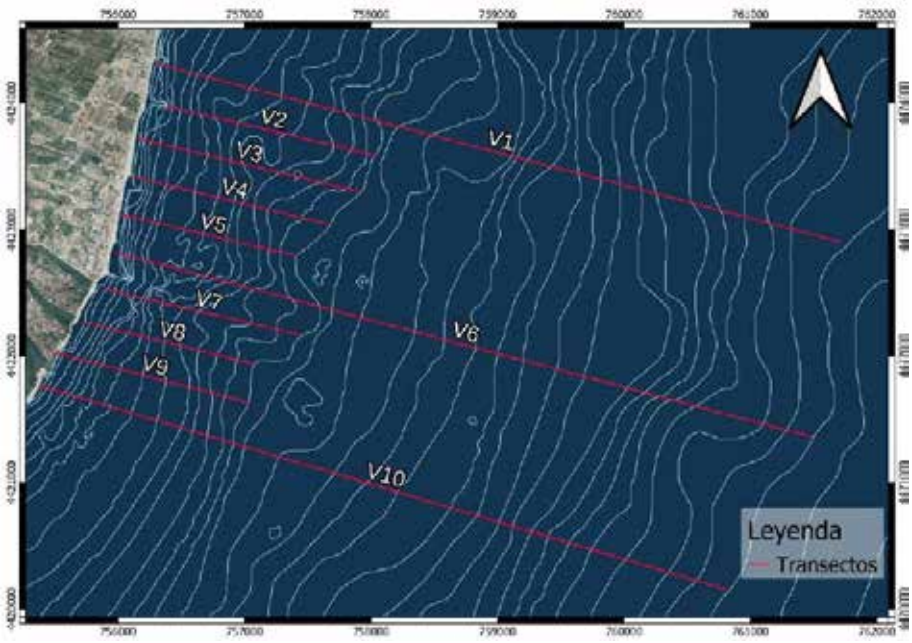


Figura 32. Transectos de vídeo remolcado para la caracterización de las comunidades marinas.

3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato y poblamientos bentónicos. Cartografiado bionómico

    - Fondo sedimentario
    - Recubrimiento de fanerógamas marinas
    - Fondo de substrato rocoso

    El solapamiento de las bases cartográficas generadas para el SBL y para la cámara de vídeo remolcada permite generar una cartografía de las biocenosis bentónicas marinas de la zona de estudio.

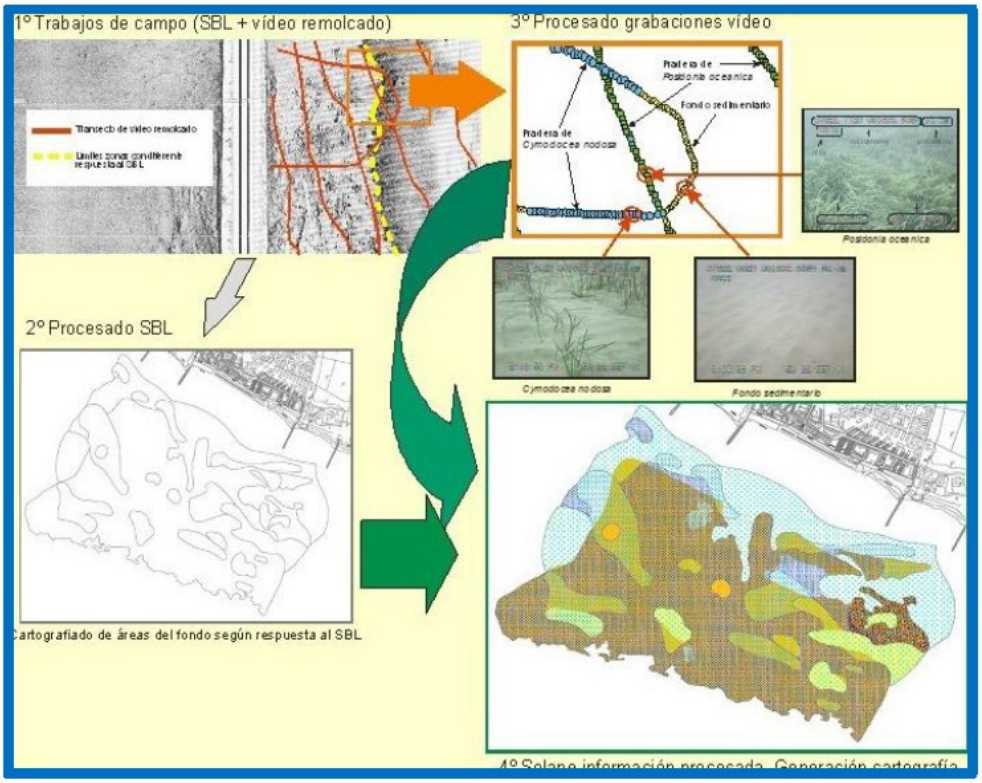


Figura 33. Esquema d ela integración de datos del SBL y de la cámara de vídeo remolcada.

4.1.2 Resultados

En la descripción de los hábitats presentes en la zona de estudio se ha seguido la clasificación de hábitats presente en el anexo de la *Resolución de 22 de marzo de 2013*[3] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en Templado et al (2012)[4]. Para su descripción se recurre además a la Guía de "El ecosistema marino mediterráneo" de Juan Carlos Calvín Calvo (2000).

El área prospectada se corresponde fundamentalmente con el **piso infralitoral**, que abarca las zonas que están constante y completamente sumergidas, desde el cero biológico, hasta el límite de distribución de las fanerógamas marinas, o de las algas fotófilas. Los límites son variables, ya que el superior depende del grado de exposición de la costa y el inferior de la penetración de la luz, que a su vez depende de la turbidez del agua. En este piso, las comunidades fotófilas están dominadas, tanto fisionómicamente como en biomasa, por los vegetales, ya sean algas o fanerógamas, que ocupan la mayoría del sustrato. En las comunidades esciáfilas, por el contrario, tienden a dominar el componente animal, especialmente el sésil.

[3] Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.

[4] TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

El plano a continuación recoge la distribución de los hábitats marinos identificados a lo largo de la zona estudiada o plano de cartografía bionómica.

Se entiende por "biocenosis" o "comunidad biológica" al conjunto de poblaciones u organismos que conviven en un hábitat determinado.

Las biocenosis identificadas a lo largo de la zona prospectada son:

- Fondos de arenas finas: que se distribuye en la franja costera entre la orilla y los 7-8 m de profundidad a lo largo de toda la zona objeto de actuación (celdas norte y sur de la playa de La Torre).
- Fondo de guijarros infralitorales: éstos dominan el infralitoral de la playa de Les Goles, al sur, hasta las isóbatas de 7-8 m.
- Tanatocenosis de *Posidonia oceanica*: según su grado de enterramiento se distingue:
    - Mata muerta de *Posidonia oceanica* con distintos grados de enterramiento: biocenosis predominante en los fondos más allá del perfil activo de la playa hasta los 30 m de profundidad.
    - Mata muerta de *Posidonia oceanica*: tanatocenosis de Posidonia sin signos de enterramiento que alterna con la anterior entre los 8 y 28 m.
- Presencia de recubrimientos laxos de *Cymodocea nodosa*: pequeñas manchas / parches de césped de Cymodocea identificados principalmente en la región central de la celda sur de la playa de La Torre a partir de los 6 m de profundidad.
- Fondos con presencia de *Posidonia oceanica* (pradera no continua): pequeñas áreas con Posidonia a modo de parches aislados en distintas zonas entre los 10 y los 16 m de profundidad.
- Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con *Padina pavonica, Halopteris scoparia* y formaciones coralígenas: localizados a lo largo de la zona de estudio entre las cotas batimétricas de -14m a -20m, observándose estructuras más desarrolladas en la zona norte.

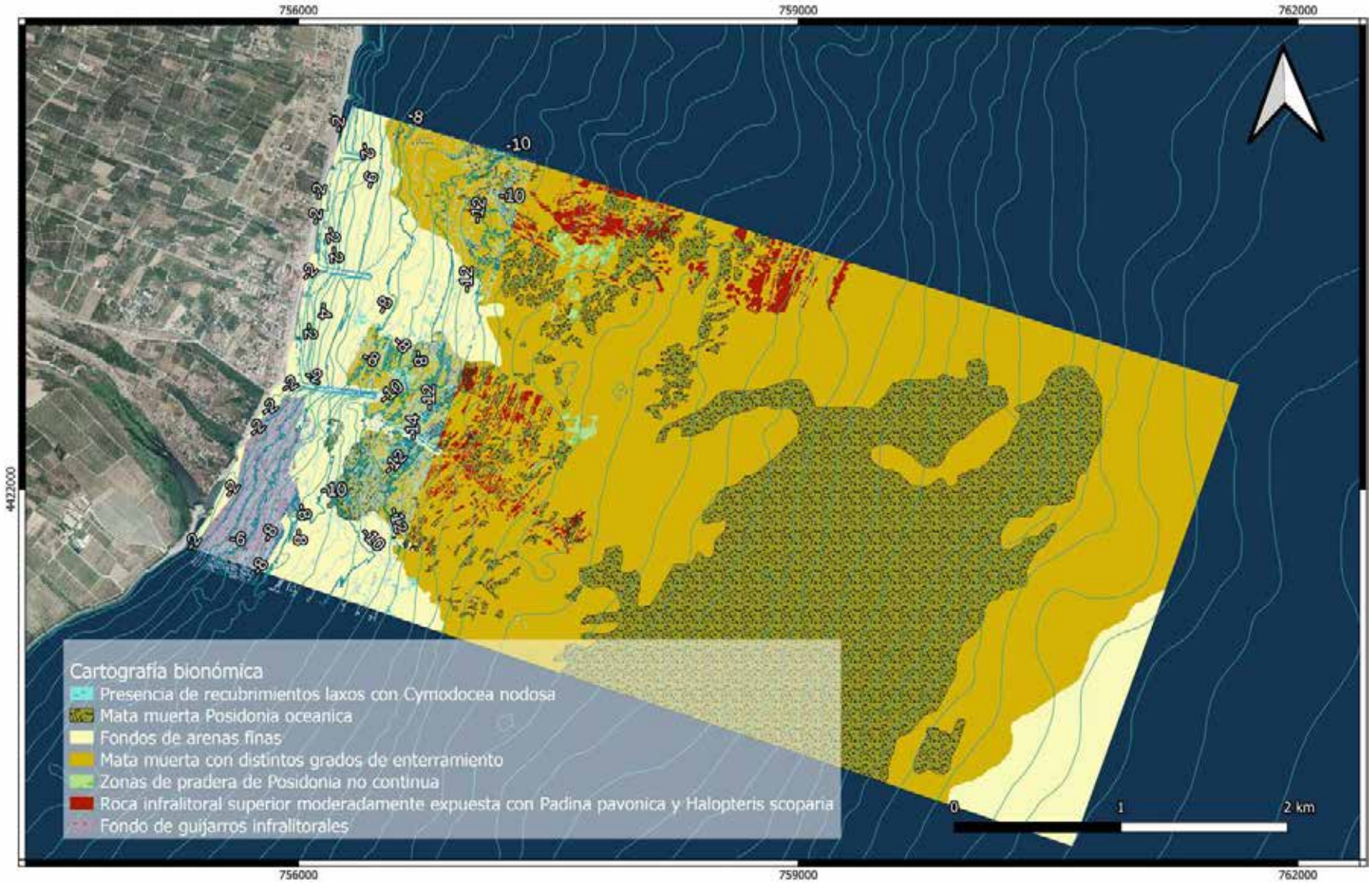


Figura 34. Cartografía bionómica de los fondos marinos del entorno de la Playa de La Torre.

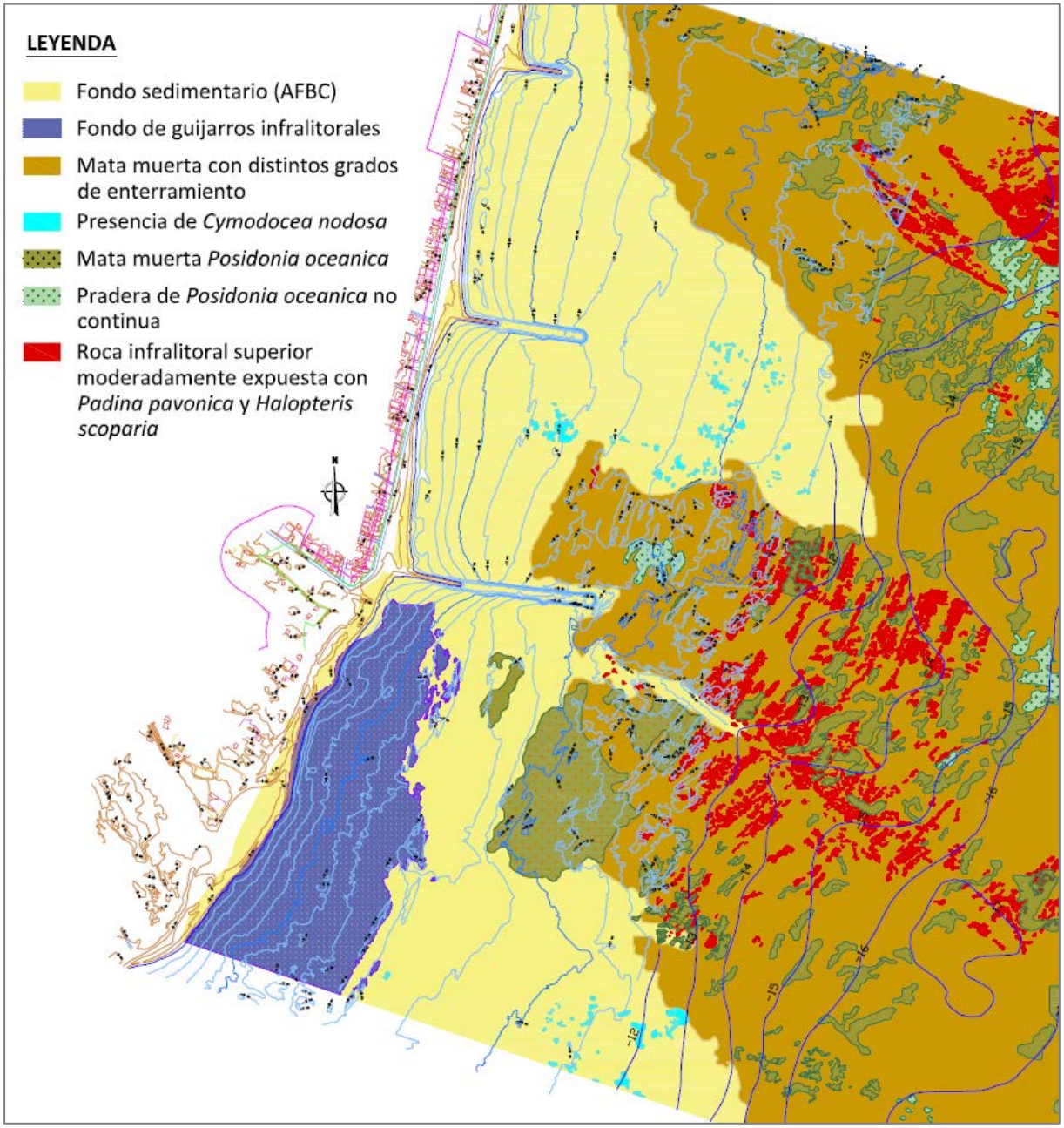


Figura 35. Cartografía bionómica de los fondos de Almazora objeto de estudio ampliada a la zona litoral entre la costa y los 15 m de profundidad.

4.1.2.1 Fondos de Arenas Finas Infralitorales Bien Calibradas (AFBC)

Descripción:

Comunidad que se instala en arenas finas, homogéneas, en su gran mayoría de origen terrígeno, sin enfangamiento pronunciado y no sometidas a un régimen de corrientes importante. Ocupa considerables extensiones a lo largo de toda la costa hasta el comienzo de céspedes de Cymodocea, de pradera de Posidonia, o los 20-30 m cuando no hay formaciones de fanerógamas marinas.

Esta biocenosis se caracteriza por la ausencia total de algas y fanerógamas marinas, por tanto, se trata de una comunidad no vegetada. Algunas de las especies de fauna propias de la biocenosis son:

- Cnidarios: *Cerianthus membranaceus*
- Moluscos: *Turritella turbona,Goumya vulgata, Murex brandaris, Rudicardium tuberculatum, Callista chione, Venus verrucosa, Chamelea gallina, Venerupis decussata, Venerupis pullastra, Venerupis rhomboideus, Psammocola depressa, Ensis minor.*
- Crustáceos: *Panaeus keranthurus, Carcinus aestuarii, Liocarcinus venalis*.
- Equinodermos: *Astropecten bispinosus, Astropecten spinulosus, Astropecten aranciacus, Astropecten jonstoni, Echinocardium cordatum, Brissus unicolor, Holothuria tubulosa, Holothuria polii.*
- Peces: *Torpedo marmorata, Torpedo torpedo, Myliobatis Aquila, Syngathus acus, Mullus surmuletus, Lithognatus mormyrus, Pagrus pagrus, Symphodus cinereus, Xyrichthys novacula, Trachinus draco, Trachinus araneus, Uranoscopus scaber, Lipophrys pavo, Bothus podas, Scophthalmus rhombus, Bothus podas.*

Su composición exacta y estado ambiental han sido evaluados para la zona objeto de proyecto mediante la toma de muestras y posterior análisis, véase apartado 4.3 del presente estudio.

Distribución en la zona de actuación:

Se distribuye a lo largo de la franja costera de las celdas norte y sur de la playa de La Torre, desde la orilla hasta los 7-8 m de profundidad y hasta los -12 m en la región central frente al espigón central de la playa de La Torre. Asimismo, se halla presente en el primer tramo de la playa de Les Goles junto al espigón, y en los fondos de esta playa entre los -7 m y los -10 m a continuación de la biocenosis propia de guijarros que componen el perfil activo.

Figura 36. Fondos de arenas finas bien calibradas en la zona de actuación de proyecto.

4.1.2.2 Fondos de Guijarros Infralitorales (GI)

Descripción:

Se localiza en los acúmulos superficiales de guijarros y cantos más o menos grandes, en los que la movilidad del sustrato impide que los guijarros presenten una cobertura vegetal importante. Los períodos de calma prolongados o un mayor tamaño en los cantos permitiría a dicha cobertura vegetal evolucionar hacia aspectos empobrecidos de la biocenosis de algas fotófilas infralitorales de modo calmo.

La fauna asociada cuando ya existe cierta estabilidad se compone principalmente de:

- Cnidarios: *Anemonia sulcata, Actinia cari,* y *Cereus pedunculatus*.
- Moluscos: *Chiton olivaceus, Monodonta turbbinata, Berthella plumula, Limma hians, Haliotis lamellosa, Columbella rustica, Spurulina neapolitana, Octopus vulgaris*.
- Crustáceos: *Gnathophyllum elegans, Porcellana platychelles, Palaemon elegans, Xantho poressa.*
- Equinodermos: *Asterina gibbosa, Ophioderma longicaudum, Coscinasterias tenuispina, Ophiotrix fragilis.*
- Ascidias: *Botryllus schlosseri*
- Peces: *Lipophrys pavo, Lepadogaster candollei, Gobius bucchichi*
- Poliquetos: *Hermodice carunculata, Sabella pavonina, Eupolymnia nebulosa*

La degradación por contaminación orgánica o industrial conlleva la desaparición de las especies antes descritas, siendo sustituidas principalmente por algas de los géneros *Ulva, Enteromorpha, Cladophora* y por poliquetos. En etapas más degradadas sólo perduran algas cianofíceas.

Distribución en la zona de actuación:

Comunidad que domina la franja costera sumergida de la playa de Les Goles entre la línea de costa y los 7-8 m de profundidad.

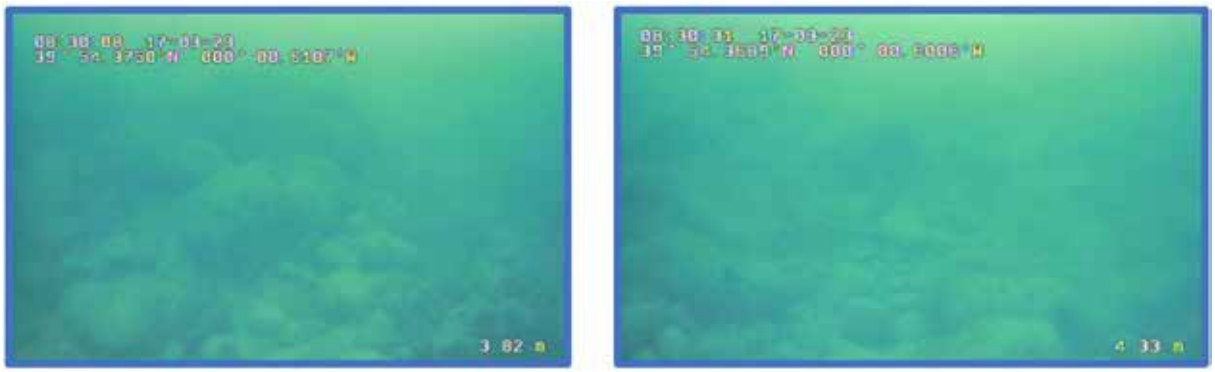


Figura 37. Fondo de guijarros en la playa de Les Goles.

4.1.2.3 Recubrimientos laxos de Cymodocea nodosa (Cy)

Descripción:

La *Cymodocea nodosa* es una planta herbácea formada por tallo, raíces, hojas y flores. Es una especie de fanerógama marina común, propia del infralitoral mediterráneo y atlántico próximo, donde aparece en fondos de arena o fango, con débil o moderado hidrodinamismo. Puede llegar a formar céspedes más o menos densos, que recubren tanto los fondos de lagunas costeras, bahías someras y zonas protegidas, como lo fondos de la franja litoral comprendida entre 6-20 m de profundidad, donde suele formar una banda continua previa a las formaciones de Posidonia.

También puede registrarse junto a *Caulerpa prolifera*. Cuando llega a formar una verdadera pradera o césped, constituye auténticos oasis dentro de las áreas arenosas, donde se concentran gran número de especies, muchas de ellas de extraordinario valor económico (*Seppia officinalis, Lythognatus mormyrus* -mabre-, *Sparus aurata* -dorada-, diversos tipos de lenguados -*Solea spp., Discologlosus cuneata*). Por lo tanto, el interés de estas praderas es muy elevado para la pesca, conformando, junto con las de *Posidonia oceanica*, uno de los medios más relevantes para la cría de larvas y alevines.

Presenta un crecimiento mucho más rápido que otras fanerógamas marinas, lo cual le permite ocupar una superficie en menor tiempo, pudiendo recolonizar zonas perturbadas.

Se trata de una **especie protegida**, incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (*Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero*), en el Anexo I de la "Convención de Berna" como especie de flora estrictamente protegida, en el Anexo II del Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM, y a nivel autonómico (junto con *Posidonia oceanica*) se encuentra protegida al amparo del *Decreto 64/2022, de 20 de mayo, del Consell, para la conservación de praderas de fanerógamas marinas en la Comunitat Valenciana*.

<u>Distribución en la zona de actuación:</u>

La presencia de *Cymodocea nodosa* se ha detectado en forma de haces dispersos sobre fondo sedimentario o en concentraciones de muy baja densidad sin continuidad entre ellas, entre los 6 y 12 m de profundidad en la región central de la celda sur de la playa de La Torre, y a 11-12 m de profundidad en la de Les Goles.

Figura 38. Haces dispersos de Cymodocea nodosa en la zona objeto de actuación.

Por tanto, no configuran una verdadera pradera de *Cymodocea nodosa* como tal, pero a efectos cartográficos y dada la importancia de esta especie, se ha decido enmarcar en la cartografía las zonas en las que este tipo de recubrimiento se ha identificado.

4.1.2.4 Pradera de Posidonia oceanica (PP)

Descripción:

La descripción de esta biocenosis de ha efectuado previamente en el 3.1.3 de este documento por tratarse de un hábitat protegido de interés comunitario.

Distribución en la zona de actuación:

Como pradera viva, su presencia en la zona se ciñe a matas aisladas o pequeñas áreas de pradera con presencia de cubetas y canales sedimentarios de diversos tamaños, sin llegar a constituir una verdadera pradera continua, entre los 8 y 16 m de profundidad, por lo que se la cartografía como "**Pradera de *Posidonia oceanica* no continua**". Concretamente, se observa su existencia a 9 m de profundidad en las cercanías del espigón sur de la playa de La Torre (mancha más somera de las identificadas), conformando un área de pradera de unos 10.900 m^2, y en esta misma alineación, a mayor profundidad, otros parches entre las isóbatas de -15 y -16 m. Finalmente, se han identificado asimismo matas de Posidonia entre los 12 y 16 m de profundidad en los fondos frente a la celda norte de la playa de La Torre.

Figura 39. P. oceanica sobre mata muerta.

Sin embargo, la pradera muerta de Posidonia o **Tanatocenosis de Posidonia** es la tipología más representada a lo largo de la zona de estudio, ya que con distintos grados de enterramiento supone la mayor parte del fondo marino cartografiado ("**Mata muerta de *Posidonia* con distintos grados de enterramiento**" y "**Mata muerta de *Posidonia oceanica*"**).

De las imágenes de video obtenidas y las inmersiones realizadas se ha podido observar cómo los restos de la antigua pradera de *Posidonia oceanica*, han sido enterrados a consecuencia de distintos procesos de sedimentación.

4.1.2.5 Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con Padina pavonica y Halopteris scoparia

Descripción:

Esta comunidad se instala sobre roca o sedimentos consolidados, bien iluminados y parcialmente protegidos del fuerte hidrodinamismo, por debajo de la franja de rompientes. Aunque sus necesidades de iluminación la hacen ser una biocenosis típica de fondos poco profundos, una gran transparencia de las aguas puede permitir que sobrepase los 30 m de profundidad. Es un paisaje de marcada dominancia vegetal, en general dominadas por las algas del género *Cystoseira spp.* y el alga *Sargassum vulgare*. Estas especies forman un estrato "arbóreo" que puede sobrepasar los 30 cm de altura, proporcionando un hábitat idóneo a gran diversidad de otras algas, que constituyen el estrato "arbustivo", entre las que encontramos algas epífitas como *Ceramium ciliatum* o *Jania rubens* y algas fotófilas como *Corallina elongata*, *Halopteris scoparia* o *Padina pavonica* (entre otras).

La eutrofización y el excesivo ramoneo de los erizos en estas comunidades producen la ausencia de algas fucales (*Cystoseira spp*. y *Sargassum spp.)* y la dominancia de especies termófilas como *Padina pavonica* y *Halopteris spp.*

Figura 40. Padina pavonica (izq.) y Halopteris scoparia (dcha.).

Entre la fauna propia de esta comunidad que se encuentra fija al substrato destacan las bellotas de mar (*Balanus perforatus*), los tomates de mar (*Actinia equina*) y las ortiguillas (*Anemonia sulcata*), estas dos últimas pertenecientes al grupo de las anémonas. En cuanto a animales vágiles (con capacidad de desplazarse) ligados al fondo marino, los equinodemos están bien representados por el erizo de mar común (*Paracentrotus lividus*) y erizo de mar negro (*Arbacia lixula*) muy abundantes en la zona, la estrella de mar roja (*Echinaster sepositus*) y el pepino de mar (*Holothuria tubulosa*). Algunas especies de moluscos más destacadas son la sepia (*Sepia officinalis*), los pulpos (*Octopus vulgaris*), la oreja de mar (*Haliotis lamellosa*) y el caracol marino (*Thais haemastoma*).

La ictiofauna de estos fondos es también muy diversa con una buena representación de las especies mediterráneas ligadas a esta biocenosis marina. Asociados a los fondos rocosos encontramos a diferentes blenios (*Lipophryx trigloides* y *Blennius cristatus*), gobios (*Gobius spp.)* y escorpas (*Scorpaena spp.*); pero especialmente abundantes son los peces de las familias de los lábridos y los espáridos, como las doncellas (*Coris julis*), fredis (*Thalassoma pavo*), tordos (*Symphodus spp.*, *Labrus spp*.), serranos (*Serranus scriba*), salpas (*Sarpa salpa*), sargos (*Diplodus sargus*) y castañuelas (*Chromis chromis*).

Distribución en la zona de actuación:

Afloramientos rocosos discontinuos con coralígenos, localizados a lo largo de la zona de estudio entre las cotas batimétricas de -12 m a -20m, observándose estructuras más desarrolladas en la zona norte, que en su mayoría se encuentran recubiertos por algas fotófilas (*Udotea flabellum* y *Sphaerococcus coronopifolius*).

Figura 41. Afloramientos rocosos con coralígeno.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS

4.2.1 Material y métodos

La caracterización de fanerógamas marinas se ha llevado a cabo mediante el muestreo in situ en inmersión con equipo de buceo autónomo de 3 estaciones que han sido ubicadas en zonas de *Posidonia oceanica* por remitirse la presencia de *Cymodocea nodosa* a haces dispersos sin llegar a conformar una verdadera pradera o césped.

Figura 42. Estaciones de muestreo de Posidonia oceanica.

Estación	COORD ETRS89	
	LONGITUD	LATITUD
POSI1	39° 55.284'N	0° 0.932'E
POSI2	39° 55.112'N	0° 0.755'E
POSI3	39° 55.251'N	0° 0.777'E

Tabla 6. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo de *P. oceanica*.

El estado conservación se determina a partir de la medición de su:

- Cobertura: mediante el método del intercepto lineal[5]. A partir de los datos obtenidos se calcula el Índice de conservación (IC)[6].

  En la significación ambiental de los valores obtenidos se considera la siguiente escala:

  Estado Favorable: IC > 0.8

  Estado Desfavorable-inadecuado: 0.6 < IC < 0.8

  Estado Desfavorable-malo: IC<0.6

- Densidad: lanzamiento aleatorio de un marco de 40x40 cm y recuento del nº de haces7, que se repite 3 veces por estación de muestreo. La valoración del resultado se desarrolla por comparación con la clasificación de estados de conservación de Pergent et al (1995) y de Pergent-Martini & Pergent (1996) en Díaz & Marbá, 2009 (op.cit.).

[5] Romero y Sánchez Lizaso (1993)
[6] Propuesto por Sanchez-Poveda et al., (1996) y, posteriormente, modificado por Moreno et al., (2001)
[7] Romero (1985)

Para la profundidad de las estaciones de muestreo la relación entre rangos de densidad y clasificación del estado de la pradera sería el siguiente:

Desfavorable-malo: D<237

Desfavorable- inadecuado: 237<D<349

Favorable-normal: 349<D<573

Favorable-alta: D>573

4.2.2 Resultados

Los resultados obtenidos y que se describen a continuación, representan el estado de calidad ambiental de las zonas en las que se han localizado recubrimiento de *Posidonia oceanica*. Estos resultados no representan el estado global de la fanerógama a lo largo de la zona de estudio ya que como se detalla en el apartado 4.1, **mayoritariamente se ha observado la presencia de zonas de Mata muerta indicando así un estado de franca regresión de la pradera**.

4.2.2.1 Cobertura

En la tabla siguiente se presentan los resultados de la medición de cobertura en cada una de las estaciones de muestreo. El valor reflejado en la tabla se corresponde con el valor medio de cobertura de cada estación considerando las mediciones obtenidas en cada uno de los transectos realizados.

Estación	Posidonia	Mata muerta	Roca
POSI1	70.23%	10.23%	19.54%
POSI2	60.21%	10.23%	7.55%
POSI3	74.58%	1.30%	24.12%

Tabla 7. Datos de cobertura medidos en las estaciones de muestreo de *Posidonia oceanica.*

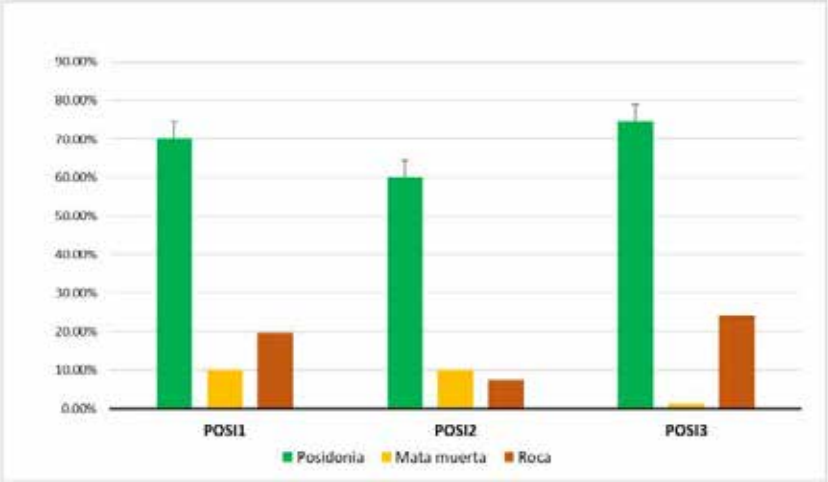


Figura 43. Gráfica de distribución porcentual de las tipologías de substrato identificadas en las estaciones de muestreo de Posidonia.

En función de los valores porcentuales de pradera viva y mata muerta, se ha calculado el índice de conservación (IC) cuyos resultados se reflejan en la gráfica siguiente.

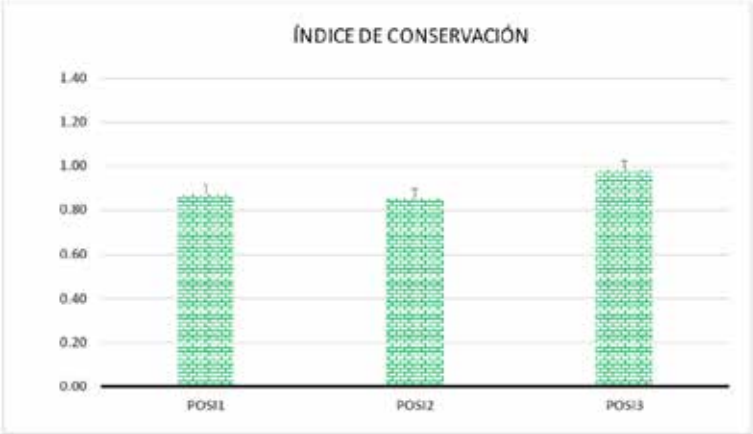


Figura 44. Índice de conservación de la Posidonia en las estaciones muestreadas.

Como se observa, todos los valores de IC han sido superiores a 0.8 y, por tanto, se correspondería con un estado de conservación "Favorable".

4.2.2.2 Densidad

En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos de la medición de la densidad en las cuatro estaciones de muestreo.

Estación	Densidad (haces/m2)
POSI1	392
POSI2	415
POSI3	406

Tabla 8. Datos de medición de la densidad de haces en las estaciones de Posidonia muestreadas.

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que en todas las estaciones de muestreo la valoración del estado de la pradera, por lo que a este parámetro se refiere, y en base a la metodología descrita, se correspondería con la clasificación de estado "Favorable-normal".

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS (AFBC)

4.3.1 Material y métodos

Para la caracterización de los fondos sedimentarios se llevó a cabo la toma de muestra mediante draga Van Veen de los sedimentos existentes en las 8 estaciones de muestreo mostradas en la Figura 45. , y posterior análisis taxonómico en laboratorio de las especies bentónicas presentes mediante triaje e identificación con lupa binocular, microscopio y bibliografía especializada.

Figura 45. Estaciones de muestreo de biocenosis sedimentarias.

Estaciones	COORDENADAS ETRS89		
	LONGITUD	LATITUD	COTA
BS1	39° 55.583'N	0° 0.048'O	-3m
BS2	39° 55.527'N	0° 0.126'E	-7m
BS3	39° 55.232'N	0° 0.156'O	-3m
BS4	39° 55.200'N	0° 0.036'O	-7m
BS5	39° 54.599'N	0° 0.422'O	-5m
BS6	39° 54.574'N	0° 0.373'O	-7m
BS7	39° 55.163'N	0° 0.293'E	-12m
BS8	39° 54.330'N	0° 0.064'E	-12m

Tabla 9. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo para la caracterización de las biocenosis bentónicas sedimentarias.

Como resultado se obtiene para cada muestra un inventario de la macrofauna identificada llegando a nivel específico. Además del valor total de ejemplares identificados o abundancia (nº total de individuos o ejemplares) se han obtenido datos referidos a:

- Para la muestra:
  - Densidad: individuos/m2.
  - Riqueza específica: nº de especies
  - Índice de Margalef (d)
  - Índice de Simpson (D)
  - Diversidad: índice de Shannon-Weaver (H')
  - Equitatividad. Índice de Pielou (J)

- Distribución (%) de los diferentes grupos (phylla) de macroinvertebrados.
- Detección de especies indicadoras (inestabilidad sedimentaria, aporte de
- materia orgánica, etc.)

o Para la especie:

- Densidad específica: individuos de la especie/m2.

Con los resultados del análisis taxonómico se valora el estado ambiental de la zona de estudio a partir de la aplicación de una serie de indicadores biológicos establecidos en el RD 817/2015[8]: cálculo de índices M-AMBI, MEDOCC y EQR y evaluación de los resultados para la masa de agua costera C004 "Cabo Oropesa-Burriana" clasificada como AC-T01 "Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas"

M-AMBI	Status (estado ambiental)
≥0.77	High
0.76-0.53	Good
0.52-0.38	Moderate
0.37-0.20	Poor
≤0.20	Bad

Estado ecológico	MEDOCC
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5
Malo	5.5<MEDOCC<6

Estados de calidad ambiental	Valor EQR
Muy bueno	EQR > 0.73
Bueno	0.73 < EQR < 0.47
Moderado	0.47 < EQE < 0.20
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08
Malo	EQR < 0.08

Tabla 10. Niveles de referencia para valorar el estado ambiental (índice M-AMBI) y ecológico (MEDOCC) de las biocenosis bentónicas sedimentarias de la zona de proyecto.

4.3.2 Resultados

4.3.2.1 Dominancia

En la tabla y gráfico siguientes se muestra para cada muestra el valor de dominancia de los cuatro grupos taxonómicos principales en la estructuración del macrobentos sedimentario, a saber, moluscos, poliquetos, crustáceos y equinodermos.

Dominancia (%)	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
POLIQUETOS	11.54	3.13	30.30	30.67	3.53	15.38	7.89
MOLUSCOS	88.46	46.88	33.33	45.33	54.12	69.23	76.32
CRUSTÁCEOS	0.00	50.00	36.36	24.00	42.35	15.38	15.79
EQUINODERMOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 11. Dominancia (%) de cada taxón en cada muestra.

[8] Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

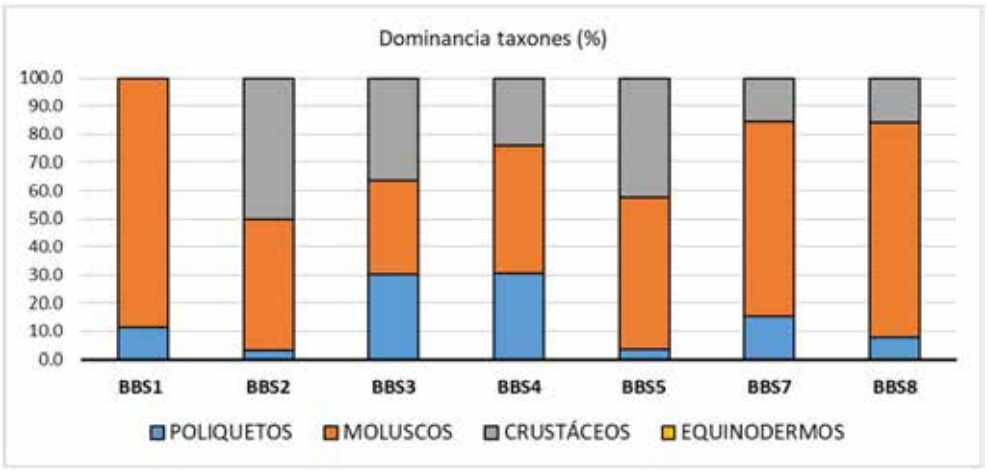


Figura 46. Gráfica de dominancia de taxones por estación de muestreo.

Los valores obtenidos muestran que el taxón de los moluscos es el que mayor representación tiene en la mayoría de las muestras analizadas, derivado de la presencia de un mayor número de ejemplares, en particular de las especies *Chamelea gallina* (chirla), *Abra alba*, *Alvania cimex*, *Dosinia lupinus* y *Alvania unica*. Considerando todas las muestras analizadas como un solo poblamiento, estas especies representan, respectivamente, el 11.27%, 8.53%, 4.75%, 4.24% y 4.14% de todo el poblamiento bentónico. Es decir, conjuntamente representan el 38.07% de todo el poblamiento macrobentónico.

Figura 47. De izq, a dcha.: Chamelea gallina (chirla), Abra alba, Alvania cimex, y Dosinia lupinus.

En segundo lugar, se encuentra el grupo de los crustáceos, derivado de la abundancia de las especies *Monocorophium spp*., *Apseudopsis latreillii* y *Eurydice pulchra*. En el resto de las muestras, los crustáceos son el tercer taxón en valores de dominancia, relegado por el de los poliquetos.

Figura 48. Apseudopsis latreillii (izq.) y Eurydice pulchra (dcha.)

Por su parte el grupo de los poliquetos en donde las especies *Magelona papillicornis* y *Pholoe minuta* son las principales especies por porcentaje de representación.

4.3.2.2 Parámetros estructurales

En la tabla siguiente se presentan los valores de diferentes estadísticos referidos, en este caso, a cada una de las muestras.

Estación muestreo	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)
BBS1	11	26	0.8832	2118
BBS2	11	32	0.8196	1965
BBS3	10	33	0.8577	1975
BBS4	30	75	0.8991	3058
BBS5	13	85	0.7593	1947
BBS7	12	26	0.886	2201
BBS8	22	38	0.939	2901

Tabla 12. Cálculo de índices de caracterización del estado ecológico de los poblamientos bentónicos (S: riqueza específica; N: abundancia; J': índice de Pielou; H': índice de diversidad de Shannon).

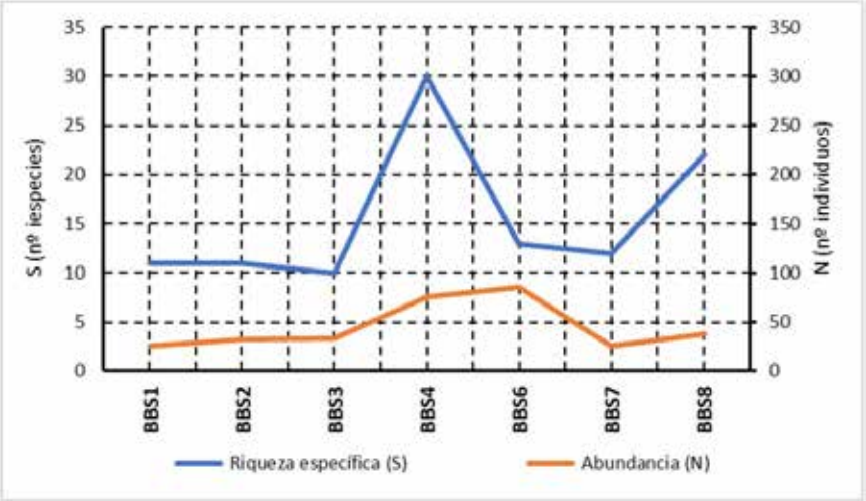


Figura 49. Representación conjunta del número de ejemplares (abundancia) y del número de especies (riqueza específica) en cada muestra.

La riqueza específica oscila entre un valor mínimo de 11 especies en las muestras BBS1 y un máximo de 30 en la estación BBS4. Es decir, una diferencia de 22 especies, que resulta significativa desde el punto de vista ambiental y que, por tanto, mostraría una clara diferencia de la estación BBS4 con respecto al resto de estaciones.

En el caso de la Abundancia se detecta un valor máximo de 85 ejemplares en la muestra BSS6 y un valor mínimo 26 ejemplares en BSS1 y BSS7.

En la gráfica siguiente se representan los valores del índice de diversidad de Shannon (H') y del índice de Pielou (J').

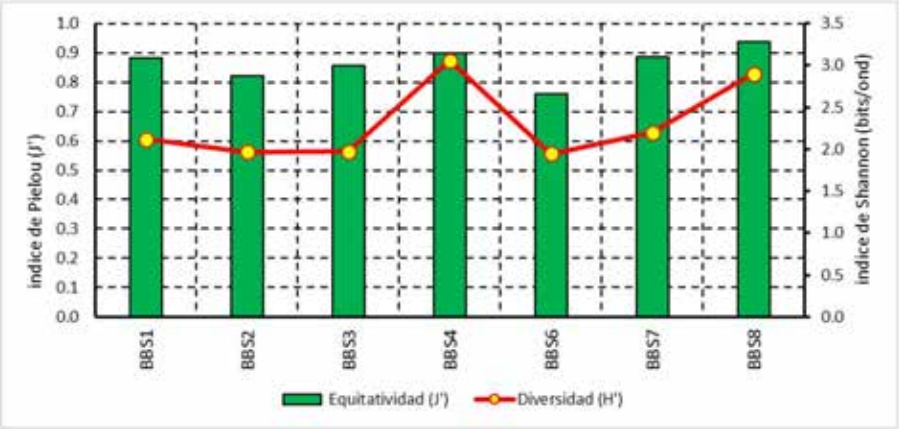


Figura 50. Representación d elos índices de equitatividad y diversidad del bentos sedimentario por muestra analizada.

Como se observa en la gráfica siguiente el valor del índice de diversidad (H') presenta una clara correlación con los valores de abundancia de las especies de moluscos que dominan el poblamiento bentónico, en particular con *Chamelea gallina* y *Dosinia lupinus*.

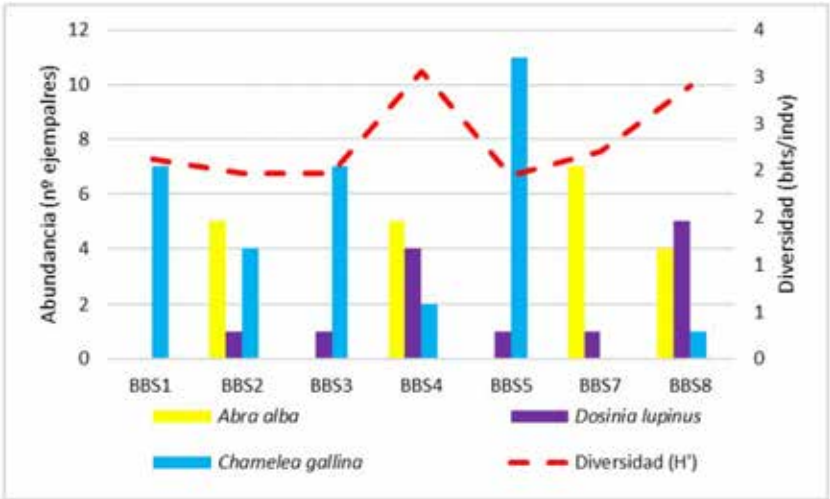


Figura 51. Correlación entre la abundancia de moluscos y el índice de diversidad.

En estos casos la elevada abundancia relativa de alguna de esas especies presentes en el poblamiento otorga una cierta homogeneidad al mismo, lo que incide negativamente sobre el valor del índice de diversidad.

Esta correlación positiva se constata también a partir de los valores del índice de Pielou (J'). Este índice representa la uniformidad (equitavidad) en la distribución numérica entre las diferentes especies del conjunto estudiado. Los valores cercanos a 1 se corresponden con una buena estructuración del poblamiento.

En el caso del índice de Pielou, los valores más cercanos a 1 se obtienen en las estaciones de muestreo BS1 y BS3, mostrando una mejor estructuración del poblamiento bentónico. Como en el caso del índice

de diversidad, los elevados valores de abundancia relativa de alguna de las especies es la responsable de que en BS0, BS2 y BS4 el valor sea más reducido.

4.3.2.3 Análisis de agrupamientos

El análisis de agrupamiento entre las muestras, basado en la distancia euclídea y mediante el software Primer, considerando los valores de dominancia, da como resultado el siguiente diagrama clúster.

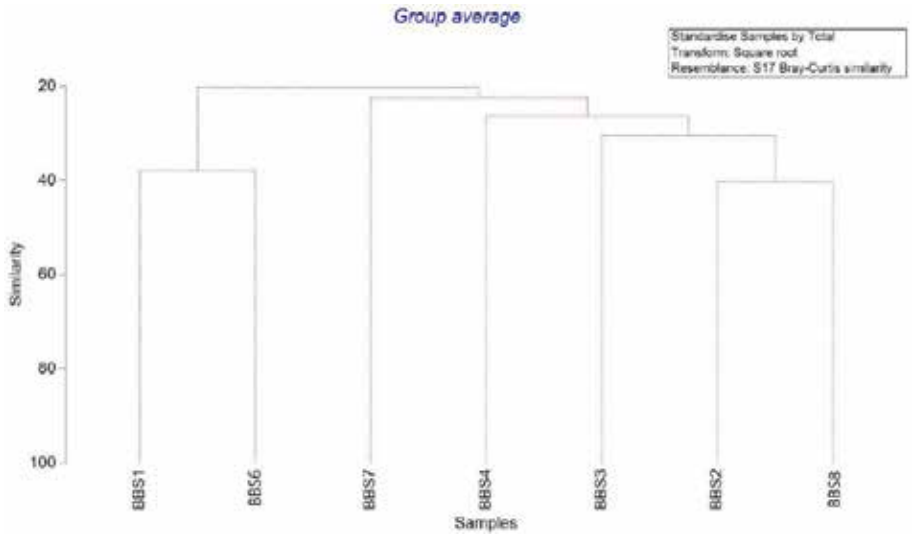


Figura 52. Diagrama clúster de similitudes entre las muestras (matriz abundancia).

El resultado del análisis clúster muestra un porcentaje de similitud bajo entre todas las muestras. Aunque el poblamiento en todas las muestras es muy similar entre ellas por lo que respecta a las especies más relevantes del poblamiento, la proximidad de las estaciones de muestreo a zona con recubrimientos vegetales, o a zonas de mata muerta de *Posidonia oceanica*, o a zonas con presencia de coralígenos, da lugar a que se localicen especies más propias de esas interacciones que del substrato sedimentario en concreto.

El resultado del análisis SIMPER, permite identificar que el poblamiento conjunto de la zona de estudio se caracteriza por las especies de moluscos *Chamelea gallina*, *Dosinia luoinus*, *Alvania cimex*, *Ttitia varicosa*, *Apseudopsis latrerillii* y *Abra alba*, ya que estas especies suponen el 70.11% del poblamiento bentónico de la zona de estudio.

4.3.2.4 Adscripción bionómica

A partir de los resultados granulométricos, de la identificación taxonómica y del análisis de similitudes, se puede concluir que todas las muestras analizadas se corresponderían con una adscripción bionómica de "**Comunidad de las Arenas finas con *Chamelea gallina***".

Conforme a los datos disponibles en el "Estudio Ecocartográfico del litoral de la provincia de Castellón" (MAGRAMA, 2010) la zona objeto del presente estudio se corresponde con la "Comunidad de las

Arenas finas bien calibradas", que se corresponde con el poblamiento identificado en el presente estudio.

Aplicando la clasificación de hábitats desarrollada en el anexo de la *Resolución de 22 de marzo de 2013* y el desarrollo de la interpretación de los mismo en Templado et al (2012), se puede concluir que los hábitats presentes en la zona de estudio se corresponderían con el denominado "Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales" (código hábitat: 030402) y en particular con el **subhábitat** de:

- "**Arenas finas infralitorales bien calibradas**" (Código hábitat: 03040220)

En consecuencia, se puede concluir que la caracterización del poblamiento bentónico de fondos sedimentarios presente en la zona de estudio mantiene la misma estructuración bionómica que se identificó con el desarrollo del Estudio Ecocartográfico.

4.3.2.5 Valoración ambiental de los poblamientos

La siguiente tabla recoge los valores obtenidos para el índice MEDOCC para cada muestra:

Estado ecológico	MEDOCC	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6	0,76	1,44	0,55				1,44
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2				1,94	2,10	1,91	
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8							
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5							
Malo	5.5<MEDOCC<6							

Tabla 13. Correspondencia entre los valores del índice MEDOCC y la valoración del estado ambiental.

Como se observa, los resultados obtenidos se corresponden con un estado ambiental entre "Bueno" y "Muy bueno" para todas las muestras.

En la tabla siguiente se muestra la transformación de los datos del índice MEDOCC a los rangos de valoración EQR tal como vienen definidos en el RD817/2015 (*op.cit.*). De esta forma, aplicando los valores del índice MEDOCC asignados al tipo de masa de agua costera natural AC-T01, se obtiene que la clasificación del estado de calidad ambiental que se obtiene a partir de las muestras analizadas se corresponde con los valores de la siguiente tabla.

Estados de calidad ambiental	Valor EQR	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	EQR > 0.73	0,90	0,79	0,94				0,79
Bueno	0.73 < EQR < 0.47				0,70	0,67	0,70	
Mediocre	0.47 < EQE < 0.20							
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08							
Malo	EQR < 0.08							

Tabla 14. Clasificación del estado ambiental del bentos sedimentario de la zona de actuación a partir del índice MEDOCC.

Como se observa, los resultados obtenidos muestran que toda la zona de estudio se correspondería con **estado ambiental entre BUENO y MUY BUENO**.

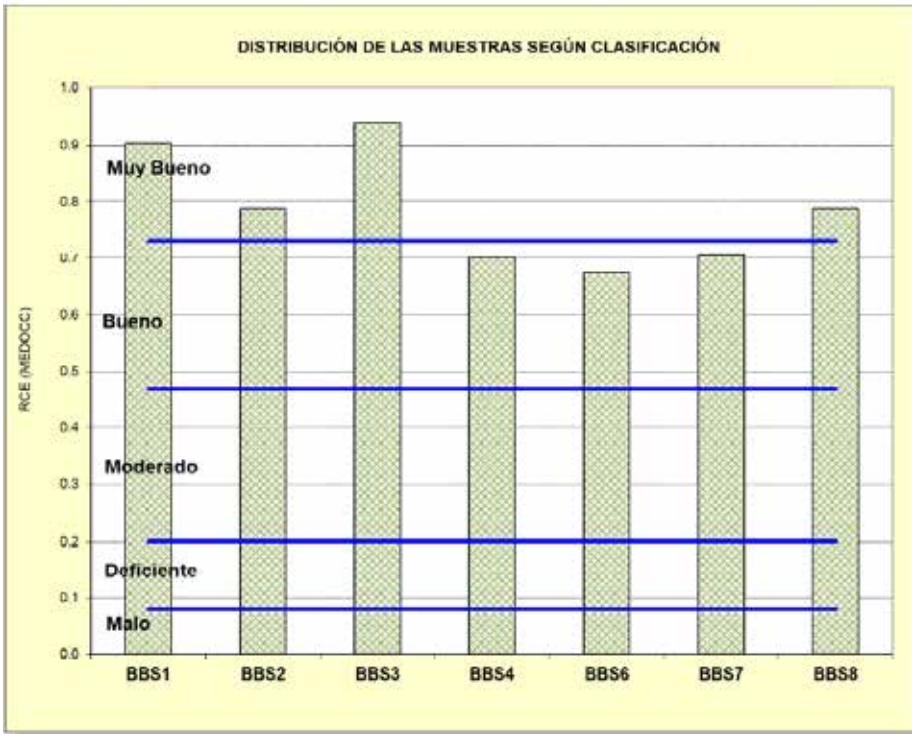


Figura 53. Histograma de clasificación de las muestras de bentos sedimentario conforme al índice MEDOCC.

ANEXO 3.5.1:
FORMULARIOS DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEDIDOS DE LA RED NATURA 2000

Database release: End2021 --- 06/10/2022

SDF

NATURA 2000 - STANDARD DATA FORM

For Special Protection Areas (SPA),
Proposed Sites for Community Importance (pSCI),
Sites of Community Importance (SCI) and
for Special Areas of Conservation (SAC)

SITE	**ES0000211**
SITENAME	**Desembocadura del riu Millars**

TABLE OF CONTENTS

- 1. SITE IDENTIFICATION
- 2. SITE LOCATION
- 3. ECOLOGICAL INFORMATION
- 4. SITE DESCRIPTION
- 5. SITE PROTECTION STATUS
- 6. SITE MANAGEMENT
- 7. MAP OF THE SITE

Print Standard Data Form

1. SITE IDENTIFICATION

Back to top

1.1 Type

C

1.2 Site code

ES0000211

1.3 Site name

Desembocadura del riu Millars

1.4 First Compilation date

2000-12

1.5 Update date

2021-02

1.6 Respondent:

Name/Organisation:	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana
Address:	
Email:	nebot_jos@gva.es

1.7 Site indication and designation / classification dates

Date site classified as SPA:	2000-05
National legal reference of SPA designation	Acuerdo de 5 de junio de 2009, del Consell, de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Comunitat Valenciana. (DOCV num 6031, de 09.06.2009) y Acuerdo de 27 de noviembre de 2009, del Consell, de corrección de errores en los anexos I y II del Acuerdo de 5 de junio, del Consell, de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Comunitat Valenciana. (DOCV num 6155 de 30.11.2009)

Date site proposed as SCI:	2001-07

Date site confirmed as SCI:	No information provided
Date site designated as SAC:	No information provided
National legal reference of SAC designation:	DECRETO 192/2014, de 14 de noviembre, del Consell, por el que se declaran como Zonas Especiales de Conservación diez Lugares de Importancia Comunitaria coincidentes con espacios naturales protegidos y se aprueban las normas de gestión para dichos lugares y para diez Zonas de Especial Protección para las Aves. DOCV (Diario Oficial de la Comunidad Valenciana) nº 7406 de 19/11/2014: http://www.docv.gva.es/datos/2014/11/19/pdf/2014_10634.pdf

2. SITE LOCATION

Back to top

2.1 Site-centre location [decimal degrees]:

Longitude:	-0.052200
Latitude:	39.928000

2.2 Area [ha]

345.8500

2.3 Marine area [%]

0.0000

2.4 Sitelength [km] (optional):

No information provided

2.5 Administrative region code and name

NUTS level 2 code	Region Name

ES52	Comunidad Valenciana

2.6 Biogeographical Region(s)

Mediterranean	(100.00 %)

3. ECOLOGICAL INFORMATION

Back to top

3.1 Habitat types present on the site and assessment for them

Annex I Habitat types						Site assessment			
Code	PF	NP	Cover [ha]	Cave [number]	Data quality	A|B|C|D	A|B|C		
						Representativity	Relative Surface	Conservation	Global
1210			3.4585	0.00	G	C	C	C	C
3150			17.2925	0.00	G	C	C	C	C
3250			51.8775	0.00	G	C	C	C	C
5330			138.34	0.00	G	C	C	C	C
6220			34.585	0.00	G	C	C	C	C
92D0			34.585	0.00	G	C	C	C	C

PF: for the habitat types that can have a non-priority as well as a priority form (6210, 7130, 9430) enter "X" in the column PF to indicate the priority form.
NP: in case that a habitat type no longer exists in the site enter: x (optional)
Cover: decimal values can be entered

Caves: for habitat types 8310, 8330 (caves) enter the number of caves if estimated surface is not available.
Data quality: G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation)

3.2 Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A293	Acrocephalus melanopogon			p				P		D			
B	A168	Actitis hypoleucos			c				C		D			
B	A168	Actitis hypoleucos			w		2	i		G	D			
B	A229	Alcedo atthis			p				V		D			
B	A054	Anas acuta			c				V		D			
B	A056	Anas clypeata			w		21	i		G	D			
B	A052	Anas crecca			w	100	346	i		G	D			
B	A050	Anas penelope			c				V		D			
B	A053	Anas platyrhynchos			r	6	17	p		G	D			
B	A053	Anas platyrhynchos			w	94	196	i		G	D			
B	A055	Anas querquedula			c				R		D			
B	A051	Anas strepera			w		3	i		G	D			
B	A043	Anser anser			c				V		D			
B	A028	Ardea cinerea			w	6	17	i		G	D			
B	A029	Ardea purpurea			c				R		D			
B	A024	Ardeola ralloides			c				V		D			
B	A169	Arenaria interpres			c				V		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A059	Aythya ferina			c				R		D			
B	A060	Aythya nyroca			c				V		D			
B	A021	Botaurus stellaris			c				V		D			
B	A025	Bubulcus ibis			w	1	26	i		G	D			
B	A133	Burhinus oedicnemus			w		21	i		G	D			
B	A243	Calandrella brachydactyla			r				C		D			
B	A144	Calidris alba			c				R		D			
B	A149	Calidris alpina			c				R		D			
B	A145	Calidris minuta			c				R		D			
B	A224	Caprimulgus europaeus			r				P		D			
B	A138	Charadrius alexandrinus			p	10	40	p		G	D			
B	A138	Charadrius alexandrinus			w				R		D			
B	A136	Charadrius dubius			r	1	4	p		G	D			
B	A136	Charadrius dubius			w		2	i		G	D			
B	A137	Charadrius hiaticula			c				R		D			
B	A196	Chlidonias hybridus			c				R		D			
B	A197	Chlidonias niger			c				R		D			
B	A081	Circus aeruginosus			w		5	i		G	D			
B	A027	Egretta alba			w	1	1	i		G	D			
B	A026	Egretta garzetta			w	1	8	i		G	D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A125	Fulica atra			w		57	i		G	D			
B	A125	Fulica atra			r	1	26	p		G	D			
B	A126	Fulica cristata			c				V		D			
B	A153	Gallinago gallinago			w	6	13	i		G	D			
B	A135	Glareola pratincola			c				V		D			
B	A131	Himantopus himantopus			r	1	13	p		G	D	B	C	B
B	A022	Ixobrychus minutus			r		4	p		G	D			
B	A181	Larus audouinii			w				R		D			
B	A181	Larus audouinii			c				R		D			
B	A459	Larus cachinnans			w		67	i		G	D			
B	A183	Larus fuscus			w		1	i		G	D			
B	A176	Larus melanocephalus			c				R		D			
B	A176	Larus melanocephalus			w		32	i		G	D			
B	A177	Larus minutus			c				V		D			
B	A179	Larus ridibundus			w	3	85	i		G	D			
B	A157	Limosa lapponica			c				V		D			
B	A156	Limosa limosa			c				V		D			
B	A272	Luscinia svecica			w				R		D			
B	A152	Lymnocryptes minimus			c				V		D			
B	A058	Netta rufina			w		1	i		G	D			
B	A160	Numenius arquata			c				R		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A023	Nycticorax nycticorax			c				V		D			
B	A094	Pandion haliaetus			c				V		D			
B	A017	Phalacrocorax carbo			w	35	246	i		G	D			
B	A151	Philomachus pugnax			c				R		D			
B	A035	Phoenicopterus ruber			c				V		D			
B	A032	Plegadis falcinellus			c				V		D			
B	A140	Pluvialis apricaria			w	10	62	i		G	D			
B	A141	Pluvialis squatarola			c				R		D			
B	A005	Podiceps cristatus			c				R		D			
B	A008	Podiceps nigricollis			c				V		D			
B	A124	Porphyrio porphyrio			p	1	2	p		G	D			
B	A132	Recurvirostra avosetta			c				V		D			
B	A195	Sterna albifrons			w				R		D			
B	A191	Sterna sandvicensis			c				R		D			
B	A210	Streptopelia turtur			r				C	DD	C	C	C	C
B	A302	Sylvia undata			p				P		D			
B	A004	Tachybaptus ruficollis			r	1	8	p		G	D			
B	A004	Tachybaptus ruficollis			w	3	7	i		G	D			
B	A161	Tringa erythropus			c				R		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A166	Tringa glareola			c				C		D			
B	A164	Tringa nebularia			c				C		D			
B	A165	Tringa ochropus			w	1	2	i		G	D			
B	A162	Tringa totanus			c				C		D			
B	A142	Vanellus vanellus			w		100	i		G	D			

Group: A = Amphibians, B = Birds, F = Fish, I = Invertebrates, M = Mammals, P = Plants, R = Reptiles
S: in case that the data on species are sensitive and therefore have to be blocked for any public access enter: yes
NP: in case that a species is no longer present in the site enter: x (optional)
Type: p = permanent, r = reproducing, c = concentration, w = wintering (for plant and non-migratory species use permanent)
Unit: i = individuals, p = pairs or other units according to the Standard list of population units and codes in accordance with Article 12 and 17 reporting (see reference portal)
Abundance categories (Cat.): C = common, R = rare, V = very rare, P = present - to fill if data are deficient (DD) or in addition to population size information
Data quality: G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation); VP = 'Very poor' (use this category only, if not even a rough estimation of the population size can be made, in this case the fields for population size can remain empty, but the field "Abundance categories" has to be filled in)

3.3 Other important species of flora and fauna (optional)

No information provided

4. SITE DESCRIPTION

Back to top

4.1 General site character

Habitat class	% Cover
N05	2.00

N06	15.00
N07	5.00
N08	40.00
N09	10.00
N23	28.00
Total Habitat Cover	100

Other Site Characteristics

Representa el tramo final del río Mijares, en cuya desembocadura se formó un pequeño delta. El cauce circula dentro de unos diques elevados artificialmente con materiales propios de la zona (cantos rodados), estando la mayor parte de la superficie restante cubierta por amplias extensiones de grava con vegetación anual. En el último kilómetro de río se desarrollan carrizales donde la lámina de agua es más constante.

4.2 Quality and importance

Alberga poblaciones nidificantes de 5 especies de aves acuáticas incluidas del Anexo I, e invernan de forma regular hasta 5 especies del mismo anexo. Ha tenido importancia regional para el Chorlitejo Patinegro y Cigüeñuela Común, aunque cambios recientes en la morfología del cauce han mermado las características del entorno para la nidificación de estas aves desde 2003. Zona de paso e invernada para diversas especies de aves acuáticas, si bien sus poblaciones son poco relevantes respecto a los totales nacionales. Los rangos de las poblaciones de aves reflejadas en el apartado 3.2 muestran los contingentes mínimos y máximos registrados en el periodo 2003-2008, elaborados a partir de censos oficiales.

4.3 Threats, pressures and activities with impacts on the site

The most important impacts and activities with high effect on the site

Negative Impacts

Rank	Threats and pressures [code]	Pollution (optional) [code]	inside/outside [i|o|b]

Positive Impacts

Rank	Activities, management [code]	Pollution (optional) [code]	inside/outside [i|o|b]
M	J02.03		i

M	C01.04		i
H	E03.01		i
M	E03.03		i
M	J02.03		i

Rank: H = high, M = medium, L = low
Pollution: N = Nitrogen input, P = Phosphor/Phosphate input, A = Acid input/acidification,
T = toxic inorganic chemicals, O = toxic organic chemicals, X = Mixed pollutions
i = inside, o = outside, b = both

4.4 Ownership (optional)

No information provided

4.5 Documentation (optional)

No information provided

5. SITE PROTECTION STATUS

Back to top

5.1 Designation types at national and regional level (optional):

Code	Cover [%]
ES21	100.00

5.2 Relation of the described site with other sites (optional):

No information provided

5.3 Site designation (optional)

No information provided

6. SITE MANAGEMENT

6.1 Body(ies) responsible for the site management:

Back to top

Organisation:	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana
Address:	
Email:	nebot_jos@gva.es

6.2 Management Plan(s):

An actual management plan does exist:

☐	Yes	
☐	No, but in preparation	
☒	No	

6.3 Conservation measures (optional)

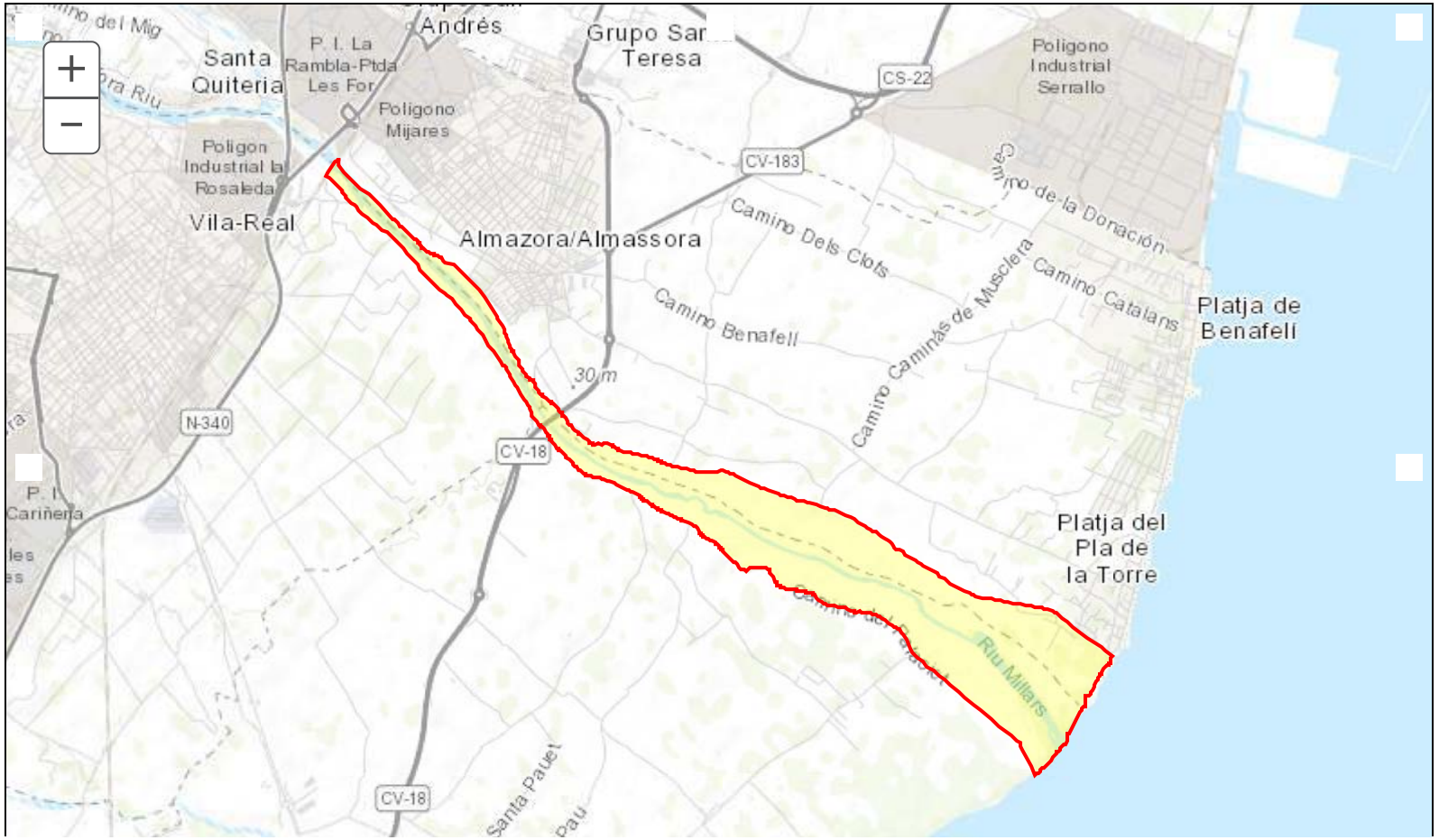
No information provided

7. MAP OF THE SITE

Back to top

INSPIRE ID:	
Map delivered as PDF in electronic format (optional)	
☐ Yes ☒ No	

SITE DISPLAY



Camino de
Camino de Santa
INE, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Gar…

Database release: End2021 --- 06/10/2022

SDF

NATURA 2000 - STANDARD DATA FORM

For Special Protection Areas (SPA),
Proposed Sites for Community Importance (pSCI),
Sites of Community Importance (SCI) and
for Special Areas of Conservation (SAC)

SITE	**ES0000211**
SITENAME	**Desembocadura del riu Millars**

TABLE OF CONTENTS

- 1. SITE IDENTIFICATION
- 2. SITE LOCATION
- 3. ECOLOGICAL INFORMATION
- 4. SITE DESCRIPTION
- 5. SITE PROTECTION STATUS
- 6. SITE MANAGEMENT
- 7. MAP OF THE SITE

Print Standard Data Form

1. SITE IDENTIFICATION

Back to top

1.1 Type

C

1.2 Site code

ES0000211

1.3 Site name

Desembocadura del riu Millars

1.4 First Compilation date

2000-12

1.5 Update date

2021-02

1.6 Respondent:

Name/Organisation:	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana
Address:	
Email:	nebot_jos@gva.es

1.7 Site indication and designation / classification dates

Date site classified as SPA:	2000-05
National legal reference of SPA designation	Acuerdo de 5 de junio de 2009, del Consell, de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Comunitat Valenciana. (DOCV num 6031, de 09.06.2009) y Acuerdo de 27 de noviembre de 2009, del Consell, de corrección de errores en los anexos I y II del Acuerdo de 5 de junio, del Consell, de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Comunitat Valenciana. (DOCV num 6155 de 30.11.2009)

Date site proposed as SCI:	2001-07

Date site confirmed as SCI:	No information provided
Date site designated as SAC:	No information provided
National legal reference of SAC designation:	DECRETO 192/2014, de 14 de noviembre, del Consell, por el que se declaran como Zonas Especiales de Conservación diez Lugares de Importancia Comunitaria coincidentes con espacios naturales protegidos y se aprueban las normas de gestión para dichos lugares y para diez Zonas de Especial Protección para las Aves. DOCV (Diario Oficial de la Comunidad Valenciana) nº 7406 de 19/11/2014: http://www.docv.gva.es/datos/2014/11/19/pdf/2014_10634.pdf

2. SITE LOCATION

Back to top

2.1 Site-centre location [decimal degrees]:

Longitude:	-0.052200
Latitude:	39.928000

2.2 Area [ha]

345.8500

2.3 Marine area [%]

0.0000

2.4 Sitelength [km] (optional):

No information provided

2.5 Administrative region code and name

NUTS level 2 code	Region Name

ES52	Comunidad Valenciana

2.6 Biogeographical Region(s)

Mediterranean	(100.00 %)

3. ECOLOGICAL INFORMATION

Back to top

3.1 Habitat types present on the site and assessment for them

Annex I Habitat types						Site assessment			
Code	PF	NP	Cover [ha]	Cave [number]	Data quality	A|B|C|D	A|B|C		
						Representativity	Relative Surface	Conservation	Global
1210			3.4585	0.00	G	C	C	C	C
3150			17.2925	0.00	G	C	C	C	C
3250			51.8775	0.00	G	C	C	C	C
5330			138.34	0.00	G	C	C	C	C
6220			34.585	0.00	G	C	C	C	C
92D0			34.585	0.00	G	C	C	C	C

PF: for the habitat types that can have a non-priority as well as a priority form (6210, 7130, 9430) enter "X" in the column PF to indicate the priority form.

NP: in case that a habitat type no longer exists in the site enter: x (optional)

Cover: decimal values can be entered

Caves: for habitat types 8310, 8330 (caves) enter the number of caves if estimated surface is not available.
Data quality: G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation)

3.2 Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A293	Acrocephalus melanopogon			p				P		D			
B	A168	Actitis hypoleucos			c				C		D			
B	A168	Actitis hypoleucos			w		2	i		G	D			
B	A229	Alcedo atthis			p				V		D			
B	A054	Anas acuta			c				V		D			
B	A056	Anas clypeata			w		21	i		G	D			
B	A052	Anas crecca			w	100	346	i		G	D			
B	A050	Anas penelope			c				V		D			
B	A053	Anas platyrhynchos			r	6	17	p		G	D			
B	A053	Anas platyrhynchos			w	94	196	i		G	D			
B	A055	Anas querquedula			c				R		D			
B	A051	Anas strepera			w		3	i		G	D			
B	A043	Anser anser			c				V		D			
B	A028	Ardea cinerea			w	6	17	i		G	D			
B	A029	Ardea purpurea			c				R		D			
B	A024	Ardeola ralloides			c				V		D			
B	A169	Arenaria interpres			c				V		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A059	Aythya ferina			c				R		D			
B	A060	Aythya nyroca			c				V		D			
B	A021	Botaurus stellaris			c				V		D			
B	A025	Bubulcus ibis			w	1	26	i		G	D			
B	A133	Burhinus oedicnemus			w		21	i		G	D			
B	A243	Calandrella brachydactyla			r				C		D			
B	A144	Calidris alba			c				R		D			
B	A149	Calidris alpina			c				R		D			
B	A145	Calidris minuta			c				R		D			
B	A224	Caprimulgus europaeus			r				P		D			
B	A138	Charadrius alexandrinus			p	10	40	p		G	D			
B	A138	Charadrius alexandrinus			w				R		D			
B	A136	Charadrius dubius			r	1	4	p		G	D			
B	A136	Charadrius dubius			w		2	i		G	D			
B	A137	Charadrius hiaticula			c				R		D			
B	A196	Chlidonias hybridus			c				R		D			
B	A197	Chlidonias niger			c				R		D			
B	A081	Circus aeruginosus			w		5	i		G	D			
B	A027	Egretta alba			w	1	1	i		G	D			
B	A026	Egretta garzetta			w	1	8	i		G	D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A125	Fulica atra			w		57	i		G	D			
B	A125	Fulica atra			r	1	26	p		G	D			
B	A126	Fulica cristata			c				V		D			
B	A153	Gallinago gallinago			w	6	13	i		G	D			
B	A135	Glareola pratincola			c				V		D			
B	A131	Himantopus himantopus			r	1	13	p		G	D	B	C	B
B	A022	Ixobrychus minutus			r		4	p		G	D			
B	A181	Larus audouinii			w				R		D			
B	A181	Larus audouinii			c				R		D			
B	A459	Larus cachinnans			w		67	i		G	D			
B	A183	Larus fuscus			w		1	i		G	D			
B	A176	Larus melanocephalus			c				R		D			
B	A176	Larus melanocephalus			w		32	i		G	D			
B	A177	Larus minutus			c				V		D			
B	A179	Larus ridibundus			w	3	85	i		G	D			
B	A157	Limosa lapponica			c				V		D			
B	A156	Limosa limosa			c				V		D			
B	A272	Luscinia svecica			w				R		D			
B	A152	Lymnocryptes minimus			c				V		D			
B	A058	Netta rufina			w		1	i		G	D			
B	A160	Numenius arquata			c				R		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A023	Nycticorax nycticorax			c				V		D			
B	A094	Pandion haliaetus			c				V		D			
B	A017	Phalacrocorax carbo			w	35	246	i		G	D			
B	A151	Philomachus pugnax			c				R		D			
B	A035	Phoenicopterus ruber			c				V		D			
B	A032	Plegadis falcinellus			c				V		D			
B	A140	Pluvialis apricaria			w	10	62	i		G	D			
B	A141	Pluvialis squatarola			c				R		D			
B	A005	Podiceps cristatus			c				R		D			
B	A008	Podiceps nigricollis			c				V		D			
B	A124	Porphyrio porphyrio			p	1	2	p		G	D			
B	A132	Recurvirostra avosetta			c				V		D			
B	A195	Sterna albifrons			w				R		D			
B	A191	Sterna sandvicensis			c				R		D			
B	A210	Streptopelia turtur			r				C	DD	C	C	C	C
B	A302	Sylvia undata			p				P		D			
B	A004	Tachybaptus ruficollis			r	1	8	p		G	D			
B	A004	Tachybaptus ruficollis			w	3	7	i		G	D			
B	A161	Tringa erythropus			c				R		D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A166	Tringa glareola			c				C		D			
B	A164	Tringa nebularia			c				C		D			
B	A165	Tringa ochropus			w	1	2	i		G	D			
B	A162	Tringa totanus			c				C		D			
B	A142	Vanellus vanellus			w		100	i		G	D			

Group: A = Amphibians, B = Birds, F = Fish, I = Invertebrates, M = Mammals, P = Plants, R = Reptiles
S: in case that the data on species are sensitive and therefore have to be blocked for any public access enter: yes
NP: in case that a species is no longer present in the site enter: x (optional)
Type: p = permanent, r = reproducing, c = concentration, w = wintering (for plant and non-migratory species use permanent)
Unit: i = individuals, p = pairs or other units according to the Standard list of population units and codes in accordance with Article 12 and 17 reporting (see reference portal)
Abundance categories (Cat.): C = common, R = rare, V = very rare, P = present - to fill if data are deficient (DD) or in addition to population size information
Data quality: G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation); VP = 'Very poor' (use this category only, if not even a rough estimation of the population size can be made, in this case the fields for population size can remain empty, but the field "Abundance categories" has to be filled in)

3.3 Other important species of flora and fauna (optional)

No information provided

4. SITE DESCRIPTION

Back to top

4.1 General site character

Habitat class	% Cover
N05	2.00

N06	15.00
N07	5.00
N08	40.00
N09	10.00
N23	28.00
Total Habitat Cover	100

Other Site Characteristics

Representa el tramo final del río Mijares, en cuya desembocadura se formó un pequeño delta. El cauce circula dentro de unos diques elevados artificialmente con materiales propios de la zona (cantos rodados), estando la mayor parte de la superficie restante cubierta por amplias extensiones de grava con vegetación anual. En el último kilómetro de río se desarrollan carrizales donde la lámina de agua es más constante.

4.2 Quality and importance

Alberga poblaciones nidificantes de 5 especies de aves acuáticas incluidas del Anexo I, e invernan de forma regular hasta 5 especies del mismo anexo. Ha tenido importancia regional para el Chorlitejo Patinegro y Cigüeñuela Común, aunque cambios recientes en la morfología del cauce han mermado las características del entorno para la nidificación de estas aves desde 2003. Zona de paso e invernada para diversas especies de aves acuáticas, si bien sus poblaciones son poco relevantes respecto a los totales nacionales. Los rangos de las poblaciones de aves reflejadas en el apartado 3.2 muestran los contingentes mínimos y máximos registrados en el periodo 2003-2008, elaborados a partir de censos oficiales.

4.3 Threats, pressures and activities with impacts on the site

The most important impacts and activities with high effect on the site

Negative Impacts

Rank	Threats and pressures [code]	Pollution (optional) [code]	inside/outside [i|o|b]

Positive Impacts

Rank	Activities, management [code]	Pollution (optional) [code]	inside/outside [i|o|b]
M	J02.03		i

M	C01.04		i
H	E03.01		i
M	E03.03		i
M	J02.03		i

Rank: H = high, M = medium, L = low
Pollution: N = Nitrogen input, P = Phosphor/Phosphate input, A = Acid input/acidification,
T = toxic inorganic chemicals, O = toxic organic chemicals, X = Mixed pollutions
i = inside, o = outside, b = both

4.4 Ownership (optional)

No information provided

4.5 Documentation (optional)

No information provided

5. SITE PROTECTION STATUS

Back to top

5.1 Designation types at national and regional level (optional):

Code	Cover [%]
ES21	100.00

5.2 Relation of the described site with other sites (optional):

No information provided

5.3 Site designation (optional)

No information provided

6. SITE MANAGEMENT

6.1 Body(ies) responsible for the site management:

Back to top

Organisation:	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana
Address:	
Email:	nebot_jos@gva.es

6.2 Management Plan(s):

An actual management plan does exist:

☐	Yes	
☐	No, but in preparation	
☒	No	

6.3 Conservation measures (optional)

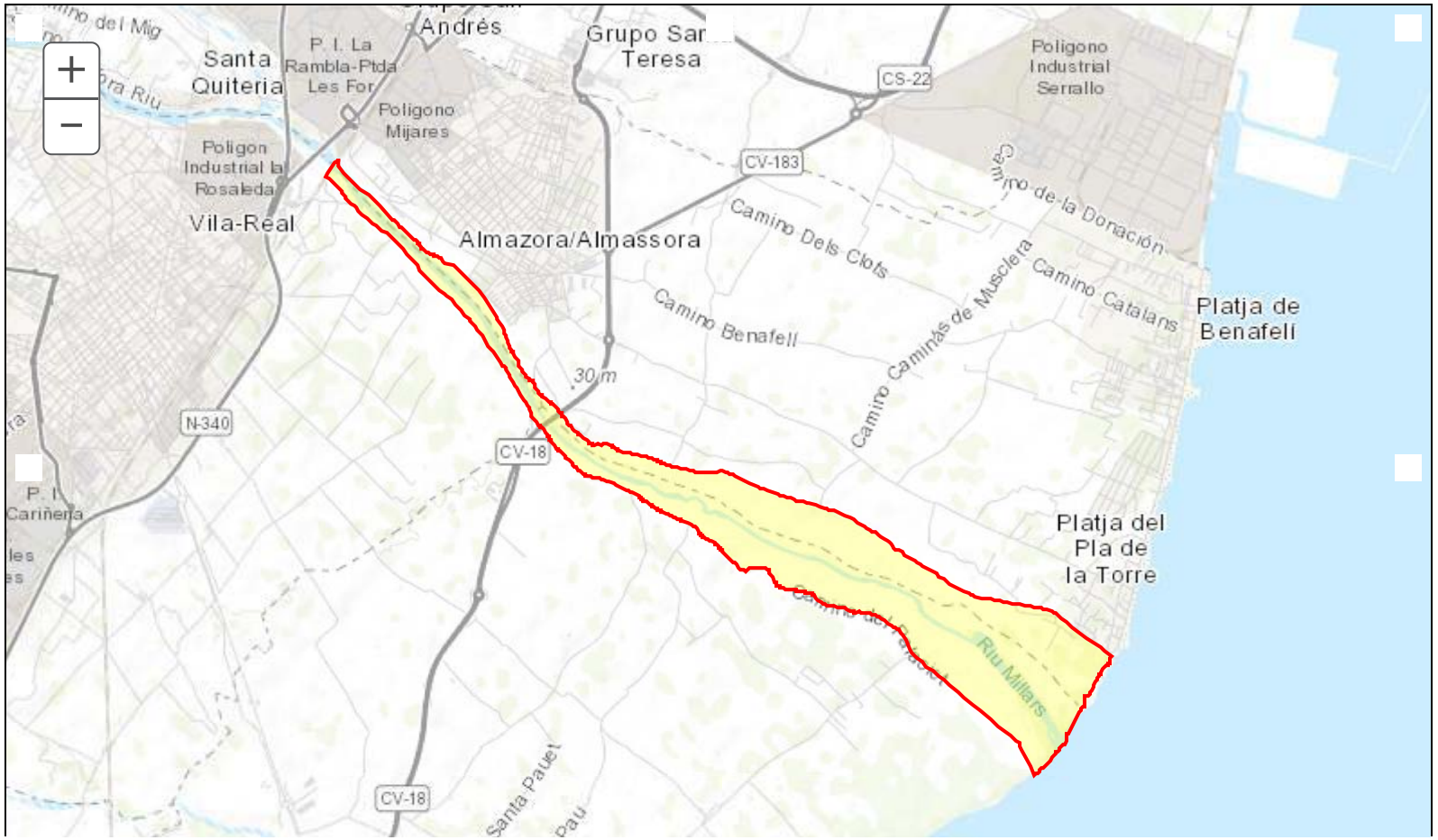
No information provided

7. MAP OF THE SITE

Back to top

INSPIRE ID:	
Map delivered as PDF in electronic format (optional)	
☐ Yes ☒ No	

SITE DISPLAY



Camino de
Camino de Santa
INE, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Gar…

Database release: End2021 --- 06/10/2022

SDF

NATURA 2000 - STANDARD DATA FORM

For Special Protection Areas (SPA),
Proposed Sites for Community Importance (pSCI),
Sites of Community Importance (SCI) and
for Special Areas of Conservation (SAC)

SITE	**ES0000512**
SITENAME	**Espacio marino del Delta de l'Ebre-Illes Columbretes**

TABLE OF CONTENTS

- 1. SITE IDENTIFICATION
- 2. SITE LOCATION
- 3. ECOLOGICAL INFORMATION
- 4. SITE DESCRIPTION
- 5. SITE PROTECTION STATUS
- 6. SITE MANAGEMENT
- 7. MAP OF THE SITE

Print Standard Data Form

1. SITE IDENTIFICATION

Back to top

1.1 Type

A

1.2 Site code

ES0000512

1.3 Site name

Espacio marino del Delta de l'Ebre-Illes Columbretes

1.4 First Compilation date

2014-03

1.5 Update date

2021-10

1.6 Respondent:

Name/Organisation:	Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Address:	
Email:	bzn-espaciosmarinos@miteco.es

1.7 Site indication and designation / classification dates

Date site classified as SPA:	2014-07
National legal reference of SPA designation	Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, por la que se declaran Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas.

2. SITE LOCATION

Back to top

2.1 Site-centre location [decimal degrees]:

Longitude:	0.837600

Latitude:	40.354300

2.2 Area [ha]

901708.6070

2.3 Marine area [%]

100.0000

2.4 Sitelength [km] (optional):

No information provided

2.5 Administrative region code and name

No information provided

2.6 Biogeographical Region(s)

Mediterranean	(0.00 %)	Marine Mediterranean	(100.00 %)

3. ECOLOGICAL INFORMATION

Back to top

3.1 Habitat types present on the site and assessment for them

No habitat types are reported for the site

3.2 Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A200	Alca torda			w				P	DD	D			
B	A010	Calonectris diomedea			r	53	53	p		M	C	B	C	B
B	A010	Calonectris diomedea			c	2235	4948	i		G	C	B	C	B
B	A197	Chlidonias niger			c				P	DD	D			
B	A002	Gavia arctica			w				P	DD	D			
B	A003	Gavia immer			w				P	DD	D			
B	A001	Gavia stellata			w				P	DD	D			
B	A189	Gelochelidon nilotica			r				P	DD	D			
B	A014	Hydrobates pelagicus			c	3471	6932	i		G	A	A	C	A
B	A181	Larus audouinii			c	6904	13562	i		G	A	B	C	B
B	A181	Larus audouinii			r	12000	15000	P		G	A	B	C	B
B	A181	Larus audouinii			w	278	645	i		G	A	B	C	B
B	A183	Larus fuscus			w				P	DD	D			
B	A180	Larus genei			r	250	500	p		G	A	B	C	A
B	A176	Larus melanocephalus			w	18617	30384	i		G	A	B	C	B
B	A604	Larus michahellis			c	11310	22341	i		G	B	A	C	A
B	A604	Larus michahellis			w	7814	15380	I		G	B	A	C	A
B	A177	Larus minutus			c				P	DD	D			
B	A179	Larus ridibundus			c				P	DD	D			
B	A065	Melanitta nigra			w				p	DD	D			
B	A069	Mergus serrator			w				P	DD	D			

Species					Population in the site						Site assessment			
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size		Unit	Cat.	D.qual.	A|B|C|D	A|B|C		
						Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
B	A392	Phalacrocorax aristotelis desmarestii			r	28	28	P		G	C	B	C	C
B	A384	Puffinus puffinus mauretanicus			w	9757	29181	i		G	A	B	C	B
B	A384	Puffinus puffinus mauretanicus			c	7121	13889	I		G	A	B	C	B
B	A195	Sterna albifrons			r	393	393	p		G	A	B	C	B
B	A193	Sterna hirundo			r	2	5452	p		G	A	B	C	B
B	A193	Sterna hirundo			c	2791	15045	i		G	A	B	C	B
B	A191	Sterna sandvicensis			r	1744	2786	p		G	A	B	C	B
B	A191	Sterna sandvicensis			c	685	6528	i		G	A	B	C	B

Group: A = Amphibians, B = Birds, F = Fish, I = Invertebrates, M = Mammals, P = Plants, R = Reptiles

S: in case that the data on species are sensitive and therefore have to be blocked for any public access enter: yes

NP: in case that a species is no longer present in the site enter: x (optional)

Type: p = permanent, r = reproducing, c = concentration, w = wintering (for plant and non-migratory species use permanent)

Unit: i = individuals, p = pairs or other units according to the Standard list of population units and codes in accordance with Article 12 and 17 reporting (see reference portal)

Abundance categories (Cat.): C = common, R = rare, V = very rare, P = present - to fill if data are deficient (DD) or in addition to population size information

Data quality: G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation); VP = 'Very poor' (use this category only, if not even a rough estimation of the population size can be made, in this case the fields for population size can remain empty, but the field "Abundance categories" has to be filled in)

3.3 Other important species of flora and fauna (optional)

No information provided

4. SITE DESCRIPTION

Back to top

4.1 General site character

Habitat class	% Cover
N01	100.00
Total Habitat Cover	100

Other Site Characteristics

Este gran espacio marino comprende la totalidad de la plataforma y parte del talud continental bajo la influencia directa del río Ebro. Se extiende paralelo a la costa, a lo largo de más de 140 km, desde el cabo de Salou al norte, hasta el entorno de las islas Columbretes y Castellón de la Plana al sur. Los aportes sedimentarios del Ebro a lo largo del tiempo explican la presencia de una plataforma continental particularmente amplia en esta zona, que en algunos puntos se extiende hasta unos 70 km de la costa. En el contexto del Mediterráneo es una zona especialmente rica en alimento, debido a una combinación de factores que aumentan la concentración de nutrientes en superficie y, por tanto, la productividad. Así, el agua rica en nutrientes aportada por el Ebro permanece en las capas más superficiales y potencia la productividad primaria en la zona, especialmente en primavera-verano, cuando las aguas marinas están estratificadas. Asimismo, la corriente Liguro-Provenzal- Catalana crea un frente de plataforma-talud que, al chocar con la zona norte de la plataforma continental del delta del Ebro (golfo de Sant Jordi), genera una zona de afloramientos. Éstos también se ven favorecidos por los fuertes vientos que se dan en la zona, principalmente hacia finales de invierno. La combinación de todos estos factores se traduce en una gran productividad de fitoplancton y zooplancton, lo que es aprovechado por muchas especies de pequeños peces pelágicos, principalmente la sardina (Sardina pilchardus) y el boquerón (Engraulis encrasicholus), y otras especies demersales, para desovar. Además, la presencia del frente, caracterizado por fuertes gradientes de salinidad, persiste a lo largo de todo el año y separa las aguas oceánicas de mayor densidad de las de origen continental. Esto limita la dispersión, a alta mar, de larvas de especies costeras y de plataforma.

4.2 Quality and importance

Es una de las áreas marinas de alimentación más importantes para las aves marinas en todo el Mediterráneo. En el caso de las especies más ligadas a la costa, como gaviotas y charranes, la riqueza en alimento se traduce en la presencia de importantes colonias de cría adyacentes a la zona marina, principalmente en el delta del Ebro y, en menor medida, en las islas Columbretes. Cabe destacar entre éstas a la gaviota de Audouin (Larus audouinii), que concentra en el delta del Ebro dos tercios de su población reproductora mundial. En el caso de especies con mayor capacidad de desplazamiento, como pardelas y paíños, un elevado número de individuos se desplaza a alimentarse hasta esta zona desde colonias de cría distantes, principalmente de Baleares, aunque las islas Columbretes también albergan pequeñas poblaciones reproductoras de pardela cenicienta (Calonectris diomedea) y paíño europeo (Hydrobates pelagicus). Asimismo, la zona es de gran importancia para diversas especies durante el invierno -la zona representa la principal área de invernada para la gaviota cabecinegra (Larus melanocephalus)a nivel mundial- y los pasos migratorios.

4.3 Threats, pressures and activities with impacts on the site

The most important impacts and activities with high effect on the site

Negative Impacts			
Rank	**Threats and pressures [code]**	**Pollution (optional) [code]**	**inside/outside [i|o|b]**
M	C02		b
H	C03.03		i
H	D03		b
H	E01		b
H	E03.01		b
M	F01		i
H	F02		i
M	F02.02.01		i
M	G01.01.01		i
M	H01		b

Positive Impacts			
Rank	**Activities, management [code]**	**Pollution (optional) [code]**	**inside/outside [i|o|b]**
	U		-

Rank: H = high, M = medium, L = low
Pollution: N = Nitrogen input, P = Phosphor/Phosphate input, A = Acid input/acidification,
T = toxic inorganic chemicals, O = toxic organic chemicals, X = Mixed pollutions
i = inside, o = outside, b = both

4.4 Ownership (optional)

No information provided

4.5 Documentation (optional)

Arcos, J.M., J. Bécares, B. Rodríguez y A. Ruiz. 2009. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ES/000049-Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid Bertolero, A., M. Genovart, A. Martínez-Abraín, B. Molina, J. Mouriño, D. Oro y G. Tavecchia. 2009. Gaviota cabecinegra, picofina, de Audouin, tridáctila y gavión atlántico en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid. Corbacho, C., J.M. Sánchez y M.A. Villegas. 2009. Pagazas, charranes y fumareles en España. Población reproductora en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid. Molina, B. (Ed) 2009.Gaviotas reidora, sombría y patiamarilla en España. Población en 2007-2009 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid. SEO/BirdLife 2012.

Atlas de las Aves en invierno en España 2007-2010. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife. Madrid. SEO/BirdLife 2013. Proyecto LIFE+ INDEMARES "Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español". Unedited.

5. SITE PROTECTION STATUS

Back to top

5.1 Designation types at national and regional level (optional):

Code	Cover [%]
ES43	0.57
ES89	0.04

5.2 Relation of the described site with other sites (optional):

Designated at national or regional level:

Type code	Site name	Type	Cover [%]
ES43	Cap de Santes Creus-Litoral meridional tarragoní	*	0.51
ES43	Tamarit-Punta de la Móra-Costes del Tarragonès	*	0.06
ES89	Irta	*	0.04
ES43	Delta de l'Ebre	/	0.00

Designated at international level:

Type	Site name	Type	Cover [%]
biosphere	Terres de L'Ebre	*	4.15

barcelona	Columbretes	/	0.00

5.3 Site designation (optional)

No information provided

6. SITE MANAGEMENT

Back to top

6.1 Body(ies) responsible for the site management:

Organisation:	Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Address:	
Email:	bzn-espaciosmarinos@miteco.es

6.2 Management Plan(s):

An actual management plan does exist:

☐	Yes	
☐	No, but in preparation	
☒	No	

6.3 Conservation measures (optional)

No information provided

7. MAP OF THE SITE

No information provided

Back to top

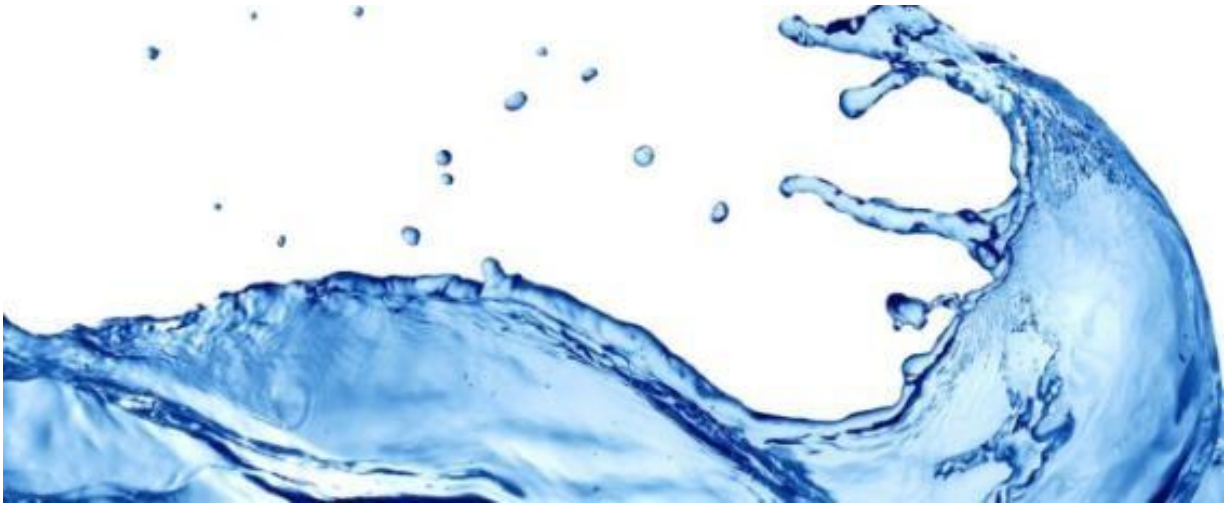
SITE DISPLAY

ANEXO 3.5.2:
ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES MARINAS

EJ-2022.06.9058

EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"

TRABAJOS DE CAMPO DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE. TOPO-BATIMETRÍA Y BIOCENOSIS

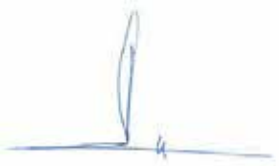


General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. (GAMASER)
CIF – B96315577
Calle del Corretger, 51, 4. Parque Táctica 46988 Paterna (Valencia)
Tel. +34 963 980 730
Fax. +34 963 980 719

Código Proyecto	EJ-OF-2022.06.9058
Proyecto	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)”
Cliente	INGEOMAR

Informe	TRABAJOS DE CAMPO DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE. TOPO-BATIMETRÍA Y BIOCENOSIS

Estudio realizado por	Mar Nieto Pérez
	Guadalupe García Blanco
	Ignacio Giner Ponce
	Alejo Muruaga Ilazarri

	Nombre	Fecha	Firma
Informe revisado por	Ignacio Giner Ponce Responsable Área Medio Marino	6/06/2023	
Informe aprobado por	Alejo Muruaga Ilazarri Director Dpto. Consultoría Ambiental		

REGISTRO DE CAMBIOS

CÓDIGO VERSIÓN	FECHA	SECCIÓN AFECTADA	OBSERVACIONES
V1	3/10/2023	ANEJO CARTOGRÁFICO	Adecuación de leyenda

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA. 2

2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 2

2.1.1. Flujo de trabajo 2

2.1.2. Estudio previo y determinación de variables del trabajo 2

2.1.2.1. Recopilación de información cartográfica existente 3

2.1.2.2. Determinación del sistema de referencia del trabajo 4

2.1.2.3. Selección del equipo topográfico adecuado para el trabajo 4

2.1.3. Levantamiento GNSS RTK 6

2.1.3.1. Resultados. 7

2.1.4. Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas 14

2.1.4.1. Planificación 14

2.1.4.2. Resultados. 15

2.1.5. Levantamiento mediante vuelo dron 17

2.1.5.1. Especificaciones 18

2.1.5.2. Solape fotogramétrico 18

2.1.5.3. Puntos de control. 19

2.1.5.4. Resultados. 21

2.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS. 22

2.2.1. Estaciones de muestreo. 22

2.2.2. Trabajos de campo. 23

2.2.2.1. Cobertura. 23

2.2.2.2. Densidad. 25

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS 26

2.3.1. Área de estudio. Puntos de muestreo 26

2.3.2. Trabajos de campo 27

2.3.3. Trabajos de laboratorio. Análisis taxonómico 28

2.3.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados 30

2.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO. 35

2.4.1. Recopilación y estudio de la información existente 36
2.4.2. Prospección de los fondos marinos. 37
2.4.2.1. Introducción. Esquema de trabajo. 37
2.4.2.2. Prospección mediante Sonar de Barrido Lateral. 38
2.4.2.3. Exploración con cámara remolcada. 40
2.4.2.4. Integración de la información del SBL y de la cámara remolcada. .. 44
2.4.3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato identificados. 46

3. RESULTADOS. 47

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 47
3.1.1. Unión de resultados de la topografía y batimetría. 47
3.1.2. Curvas de nivel. 48
3.1.3. Cartografía. 49

3.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS. 50
3.2.1. Cobertura. 50
3.2.2. Densidad. 51

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS. 52
3.3.1.1. Dominancia 52
3.3.1.2. Parámetros estructurales 53
3.3.1.3. Análisis de agrupamientos 56
3.3.1.4. Adscripción bionómica 57
3.3.1.5. Valoración ambiental de los poblamientos 58

3.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO. 60
3.4.1. Investigación y resultados del sonar de barrido lateral 60
3.4.2. Prospección con cámara de vídeo remolcada. 61
3.4.3. Tratamiento de datos. Integración de la información. 65

4. EQUIPO DE TRABAJO 68

5. ANEJOS. 69

Anejo 1.Planos topobatimétricos

Anejo 2. Plano bionómico

1. INTRODUCCIÓN.

La empresa INGEOMAR S.L. (en adelante, el cliente) ha solicitado a GAMASER la realización de una serie de actividades relacionadas con la “EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE DE ALMAZORA (CASTELLÓN)””. La zona objeto del proyecto de regeneración y estabilización comprende la franja costera desde el límite norte la playa de la torre hasta la desembocadura del río Mijares.

Por tanto, la zona de estudio se contempla para un frente litoral de 2.900m. Por mar, la zona de estudio se extiende hasta la isobata de -30m.

Localización de la zona de estudio

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA.

2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.1.1. Flujo de trabajo

- Estudio previo y determinación de variables del trabajo
- Levantamiento GNSS RTK
- Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas
- Levantamiento mediante vuelo dron

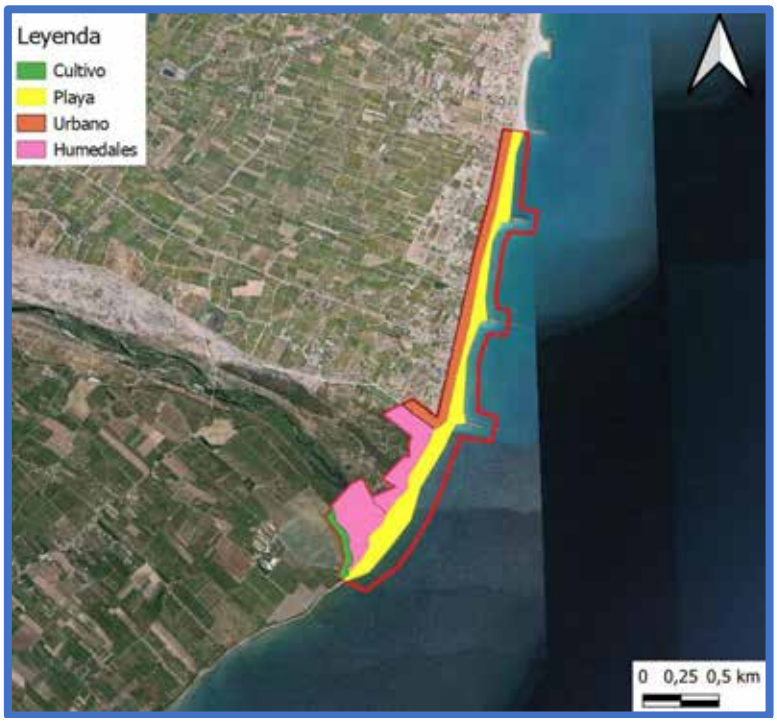
2.1.2. Estudio previo y determinación de variables del trabajo

La zona de trabajo está situada en el término municipal de Almassora al sureste en la zona costera con 3,2 km de longitud. La zona de trabajo se compone de playas, zonas de cultivos, zona urbana y zonas de humedales con vegetación media alta.

Zona de estudio

Dada la gran disparidad de entornos, se ha optado por la combinación de diferentes técnicas de captura de datos. Estas técnicas son la topografía clásica, el levantamiento GNSS y el levantamiento fotogramétrico por dron, con el objetivo de obtener información

detallada y confiable para la actualización de la cartografía y la combinación del modelo digital del terreno con el modelo batimétrico.



Tipos de terreno

2.1.2.1. Recopilación de información cartográfica existente

Se ha recopilado la información cartográfica existente. Esta información incluye diversos recursos cartográficos, que son utilizados como referencia y apoyo en el levantamiento y el procesado de los datos.

- CV05 ICV: proporciona información detallada sobre la topografía, la hidrografía, la vegetación etc, dentro de la Comunidad Valenciana. Constituye una base cartográfica de referencia para el análisis y la planificación del proyecto en la zona de trabajo.

- LIDAR 2ª Cobertura (2015-Actualidad): Estos datos LIDAR proporcionan información precisa sobre la topografía del terreno en forma de nubes de puntos tridimensionales las cuales pueden complementar a los datos del vuelo fotogramétrico.

- Ortofoto PNOA Máxima Actualidad: Estas ortofotografías son utilizadas para la visualización y la interpretación de la zona de trabajo antes del levantamiento fotogramétrico.

2.1.2.2. Determinación del sistema de referencia del trabajo

El sistema de referencia seleccionado es el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) en la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con la zona UTM 30.

Para la obtención de altitudes ortométricas se ha utilizado el geoide EGM08-REDNAP. Este es un modelo de geoide de alta precisión desarrollado específicamente para la región de España que toma como referencia el nivel medio del mar Mediterráneo en Alicante. Proporciona altitudes ortométricas precisas y consistentes en el área de estudio.

2.1.2.3. Selección del equipo topográfico adecuado para el trabajo

La selección de estos equipos topográficos se ha realizado en función de las necesidades específicas del proyecto, teniendo en cuenta la precisión requerida, la capacidad de operación en entornos diversos como la playa y las zonas de vegetación y la eficiencia en la captura de datos. Estos equipos topográficos ofrecen una combinación de alta precisión, durabilidad y facilidad de uso, lo que garantiza la calidad y confiabilidad de los datos geoespaciales obtenidos en el trabajo.

- REACH RS2+ es un receptor GNSS de alta precisión con capacidad de posicionamiento en tiempo real y capacidad de post-procesamiento. Este equipo ofrece una precisión de posicionamiento centimétrica.

- Leica FlexLine TS07 es una estación total de alta precisión. Ofrece una precisión angular de hasta 0,5 segundos de arco y una precisión de distancia de hasta 1 mm + 1,5 ppm.

- PHANTOM 4 RTK es un dron de alta precisión equipado con un receptor GNSS RTK integrado, que permite la captura de datos geoespaciales con una precisión centimétrica en tiempo real.

REACH RS2+

REACH RS2+
Technical specifications

POSITIONING

Precision	Static	Hz 4 mm+0.5 ppm/V, 8 mm+1 ppm
	PPK	H/V 5 mm+0.5 ppm/V, 10 mm+1 ppm
	RTK	Hz 7 mm+1 ppm/V, 14 mm+1 ppm
Convergence time		<5 s typically
Signal tracked		GPS (QZSS) L1C/A, L2C; GLONASS L1OF, L2OF; BeiDou B1I, B2I; Galileo E1-BC, E5b
Number of channels		184
Update rates		Up to 10 Hz
IMU		100F

CONNECTIVITY

UHF LoRa radio	Frequency range	868/915 MHz
	Power	0.1 W
	Distance	Up to 8 km
LTE modem	Regions	Global
	Bands	FDD-LTE: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 18, 19, 20, 26, 28, 66 TD-LTE: 38, 40, 41 UMTS (WCDMA/FDD): 1, 2, 4, 5, 6, 8, 19 Quad Band: 850/1900, 900/1800 MHz
	SIM card	Nano-SIM
Wi-Fi		802.11 b/g/n
Bluetooth		4.0/2.1 EDR
Ports		RS-232, USB Type-C
Data Protocols	Corrections	NTRIP, RTCM3
	Position output	NMEA, LLH/XYZ
Data logging		RINEX at update rate up to 10 Hz
Internal storage		16 GB

LEICA FLEXLINE TS07

MEDICIÓN ANGULAR	
Precisión Hz y V	Absoluto, continuo, diametral[1] ■ Resolución de la pantalla: 0,1" (0,1 mgon) ■ Compensación de cuádruple eje ■ Configuración de precisión del compensador[2]: 0,5" / 1" / 1,5" / 2" ■ Alcance del compensador: +/- 4' ■ Resolución del nivel electrónico: 2" ■ Sensibilidad del nivel esférico: 6' / 2 mm
Medición de distancias	
Alcance	■ Prisma (GPR1, GPH1P): 1,5 m a 3.500 m ■ Prism GPR1 (modo de largo alcance) › 10.000 m
Precisión / Tiempo de Medición	Sin Prisma / A cualquier superficie ■ R500[3] ■ R1000[4] Normal (a prisma) ■ Más preciso / Una vez: 1 mm + 1,5 ppm (normalmente 2,4 s) ■ Preciso y rápido / Una vez y rápido: 2 mm + 1,5 ppm (normalmente 2 s) ■ Seguimiento / Continuo: 3 mm + 1,5 ppm (normalmente < 0,15 s) ■ Promedio: 1 mm + 1,5 ppm ■ Modo de largo alcance / › 4 km: 5 mm + 2 ppm (normalmente 2,5 s) Sin Prisma / A cualquier superficie ■ 0 m - 500 m: 2 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s) ■ › 500 m: 4 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s)
Tamaño del punto láser	■ A 30 m: 7 mm x 10 mm ■ A 50 m: 8 mm x 20 mm ■ A 100 m: 16 mm x 25 mm
Objetivo	■ Aumento: 30x ■ Poder de resolución: 3" ■ Alcance de enfoque: 1,55 m/5,08 ft al infinito ■ Campo visual: 1°30' / 1,66 gon / 2,7 m a 100 m

Leica FlexLine TS07

PHANTOM 4 RTK

GNSS

Frecuencia utilizada:
GPS: L1/L2;
GLONASS: L1/L2;
BeiDou: B1/B2;
Galileo*: E1/E5a

Tiempo de primer posicionamiento: < 50 s

Vertical 1.5 cm + 1 ppm (Media cuadrática);
Horizontal 1 cm + 1 ppm (Media cuadrática)
1 ppm indica un incremento del error de 1 mm por cada 1 km de movimiento de la aeronave.

Cámara

Sensor	1" CMOS Píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV 84° 8.8 mm / 24mm (formato equivalente a 35 mm) f/2.8 - f/11, enfoque a 1 m - ∞
Velocidad obturador mecánico	8 - 1/2000 s
Velocidad del obturador electrónico	8 - 1/8000 s
Tamaño máx. de imagen	4864×3648 (4:3); 5472×3648 (3:2)
Formatos de fotografía	JPEG
Rango de temperatura de funcionamiento	0 a 40 °C (32 a 104 °F)

2.1.3. Levantamiento GNSS RTK

El trabajo topográfico se ha realizado con los equipos GPS, utilizado en modo RTK (Real Time Kinematic) conectados a la Red Estaciones Permanentes de Instituto Geográfico Nacional (IGN) para obtener correcciones en tiempo real y asegurar la precisión de los datos obtenidos.

El levantamiento GNSS, se ha utilizado para establecer las bases necesarias para la realización de perfiles marinos, obtener las coordenadas de puntos de apoyo para el vuelo fotogramétrico y obtener puntos de control para el ajuste altimétrico del trabajo.

- En primer lugar, se han establecido puntos de apoyo en terreno firme, utilizando los receptores GNSS. Estos puntos de apoyo se han utilizado para georeferenciar el vuelo fotogramétrico realizado con dron.

- Al mismo tiempo, se han tomado puntos de suelo como referencia asegurando así la precisión y exactitud del modelo digital del terreno obtenido.

- También se han capturado puntos en las cabeceras de los perfiles marinos, con el fin de determinar la línea de costa en el momento de la captura de los perfiles. Estos puntos se han utilizado para la delimitación precisa de la zona de estudio en el mar y para la obtención de perfiles marinos precisos.

- Por último, se han tomado los puntos de las bases para la estación total y sus respectivas referencias para su orientación.

2.1.3.1. Resultados.

Listado de puntos obtenidos:

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
1	Bases	B1	756277,215	4423993,584	0,012	0,02	1,544
2	Bases	R1	756183,093	4424038,656	0,012	0,02	3,21
3	Suelo		756250,03	4423994,405	0,012	0,02	1,565
4	Otro		756276,195	4424009,744	0,012	0,02	0,606
5	Costa		756276,468	4424010,573	0,012	0,02	0,353
6	Costa		756275,605	4424014,779	0,012	0,02	0,261
7	Costa		756273,853	4424021,12	0,012	0,02	0,168
8	Suelo		756270,537	4424022,243	0,012	0,02	0,812
9	Suelo		756268,152	4424035,464	0,012	0,02	0,944
10	Costa		756268,91	4424043,145	0,012	0,02	0,584
11	Suelo		756267,001	4424052,769	0,012	0,02	1,012
12	Suelo		756266,815	4424063,482	0,012	0,02	0,937
13	Suelo		756262,101	4424068,75	0,012	0,02	1,66
14	Suelo		756258,24	4424071,652	0,012	0,02	1,258
15	Suelo		756266,191	4424078,042	0,012	0,02	1,059
16	Suelo		756266,496	4424094,954	0,012	0,02	1,014
17	Otro		756268,695	4424109,104	0,012	0,02	1,091
18	Suelo		756269,681	4424122,706	0,012	0,02	0,993
19	Suelo		756271,141	4424137,158	0,012	0,02	1,011
20	Suelo		756258,775	4424146,657	0,012	0,02	2,005
21	Suelo		756251,41	4424147,967	0,012	0,02	2,815
22	Suelo		756239,165	4424150,906	0,012	0,02	2,817
23	Suelo		756225,194	4424151,055	0,012	0,02	2,609
24	Planimetria		756225,082	4424149,401	0,012	0,02	2,72
25	Planimetria		756215,642	4424152,32	0,012	0,02	2,933
26	Suelo		756250,342	4424167,17	0,012	0,02	2,783
27	Suelo		756269,868	4424178,418	0,012	0,02	1,696
28	Suelo		756275,997	4424179,013	0,012	0,02	1,037
29	Suelo		756278,902	4424179,51	0,012	0,02	0,573

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
30	Costa		756279,708	4424179,621	0,012	0,02	0,38
31	Suelo		756278,603	4424198,799	0,012	0,02	0,934
32	Otro		756280,966	4424206,995	0,012	0,02	0,817
33	Suelo		756279,013	4424217,086	0,012	0,02	1,061
34	Suelo		756275,778	4424219,772	0,012	0,02	1,655
35	Suelo		756268,919	4424222,077	0,012	0,02	2,049
36	Suelo		756255,825	4424225,799	0,012	0,02	2,737
37	Suelo		756238,547	4424231,701	0,012	0,02	3,234
38	Planimetria		756238,525	4424239,507	0,012	0,02	3,161
39	Planimetria		756241,309	4424253,233	0,012	0,02	3,191
40	Suelo		756256,628	4424291,13	0,012	0,02	3,323
41	Suelo		756259,25	4424309,554	0,012	0,02	3,257
42	Planimetria		756250,769	4424325,243	0,012	0,02	2,781
43	Planimetria		756247,528	4424320,136	0,012	0,02	2,771
44	Planimetria		756278,644	4424317,723	0,012	0,02	1,816
45	Planimetria		756288,626	4424316,438	0,012	0,02	1,495
46	Suelo		756294,125	4424316,566	0,012	0,02	0,917
47	Otro		756294,036	4424298,159	0,012	0,02	0,777
48	Suelo		756294,965	4424316,284	0,012	0,02	0,87
49	Costa		756299,063	4424320,443	0,012	0,02	0,496
50	Suelo		756287,821	4424325,962	0,012	0,02	1,475
51	Suelo		756279,289	4424332,109	0,012	0,02	1,935
52	Suelo		756272,298	4424350,832	0,012	0,02	2,536
53	Suelo		756266,623	4424355,714	0,012	0,02	2,761
54	Suelo		756260,475	4424357,431	0,012	0,02	2,735
55	Planimetria		756231,004	4424351,658	0,012	0,02	2,538
56	Suelo		756290,329	4424367,227	0,012	0,02	1,409
57	Otro		756302,483	4424382,506	0,012	0,02	0,937
58	Suelo		756305,522	4424386,723	0,012	0,02	0,605
59	Suelo		756306,831	4424401,284	0,012	0,02	0,905
60	Suelo		756310,763	4424417,548	0,012	0,02	0,755
61	Costa		756312,823	4424437,301	0,012	0,02	0,545
62	Suelo		756313,525	4424447,259	0,012	0,02	0,832
63	Suelo		756319,645	4424475,104	0,012	0,02	0,874
64	Suelo		756323,451	4424497,332	0,012	0,02	0,801
65	Suelo		756326,679	4424505,335	0,012	0,02	0,689
66	Otro		756348,366	4424555,191	0,012	0,02	0,709
67	Otro		756349,985	4424569,756	0,012	0,02	0,811
68	Suelo		756349,964	4424569,771	0,012	0,02	0,81
69	Costa		756362,944	4424576,235	0,012	0,02	0,34
70	Costa		756373,31	4424585,223	0,012	0,02	0,399
71	Suelo		756358,377	4424598,702	0,012	0,02	2,014
72	Suelo		756332,268	4424589,818	0,012	0,02	2,511
73	Suelo		756316,97	4424571,908	0,012	0,02	2,921

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
74	Planimetria		756306,175	4424577,895	0,012	0,02	2,602
75	Planimetria		756305,142	4424574,089	0,012	0,02	2,606
76	Planimetria		756291,991	4424516,921	0,012	0,02	2,765
77	Suelo		756289,644	4424471,133	0,012	0,02	3,357
78	Suelo		756260,633	4424316,862	0,012	0,02	3,237
79	Planimetria		756230,043	4424199,775	0,012	0,02	3,381
80	Planimetria		756206,005	4424146,894	0,012	0,02	3,066
81	Planimetria		756185,608	4424075,415	0,012	0,02	3,273
82	Otro	Gcp	756184,761	4424028,935	0,012	0,02	3,063
83	Otro		756192,438	4424031,006	0,012	0,02	3,497
84	Otro		756207,653	4423987,354	0,012	0,02	0,629
85	Suelo		756199,484	4423986,849	0,012	0,02	0,921
86	Suelo		756195,366	4423989,24	0,012	0,02	1,449
87	Suelo		756209,576	4424008,496	0,012	0,02	1,879
88	Planimetria		756189,078	4424015,106	0,012	0,02	2,877
89	Planimetria		756170,076	4423965,349	0,012	0,02	2,984
90	Planimetria		756167,516	4423953,941	0,012	0,02	2,947
91	Planimetria		756161,766	4423928,852	0,012	0,02	2,878
92	Otro		756169,217	4423930,205	0,012	0,02	2,655
93	Suelo		756122,987	4423883,714	0,012	0,02	1,913
94	Suelo		756121,98	4423881,208	0,012	0,02	1,59
95	Suelo		756117,683	4423873,081	0,012	0,02	1,587
96	Suelo		756124,477	4423873,799	0,012	0,02	1,539
97	Suelo		756132,722	4423875,639	0,012	0,02	2,157
98	Suelo		756143,041	4423873,495	0,012	0,02	2,72
99	Suelo		756149,772	4423870,966	0,012	0,02	2,608
100	Otro		756145,759	4423857,669	0,012	0,02	2,608
101	Otro		756122,413	4423777,543	0,012	0,02	2,755
102	Otro	Clavo br43	756133,267	4423819,123	0,012	0,02	3,395
103	Otro	Icv	756138,328	4423834,299	0,012	0,02	3,376
104	Suelo		756107,45	4423694,079	0,012	0,02	2,359
105	Suelo		756115,843	4423692,548	0,012	0,02	1,61
106	Suelo		756125,381	4423689,868	0,012	0,02	1,113
107	Suelo		756115,546	4423673,926	0,012	0,02	1,349
108	Otro		756122,642	4423689,589	0,012	0,02	1,208
109	Costa		756124,72	4423665,554	0,012	0,02	0,401
110	Costa		756122,612	4423648,377	0,012	0,02	0,48
111	Costa		756119,05	4423630,225	0,012	0,02	0,526
112	Costa		756116,745	4423611,566	0,012	0,02	0,506
113	Costa		756115,345	4423586,25	0,012	0,02	0,35
114	Otro		756113,865	4423579,257	0,012	0,02	0,51
115	Costa		756111,213	4423565,013	0,012	0,02	0,558
116	Costa		756109,412	4423548,203	0,012	0,02	0,365
117	Suelo		756093,761	4423584,032	0,012	0,02	1,989

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
118	Suelo		756080,809	4423590,344	0,012	0,02	2,694
119	Otro	Gcp	756081,294	4423592,714	0,012	0,02	3,356
120	Costa		756106,79	4423519,505	0,012	0,02	0,531
121	Costa		756106,198	4423505,448	0,012	0,02	0,339
122	Costa		756104,443	4423494,997	0,012	0,02	0,391
123	Costa		756103,258	4423472,717	0,012	0,02	0,318
124	Costa		756103,247	4423463,233	0,012	0,02	0,458
125	Costa		756103,286	4423451,244	0,012	0,02	0,329
126	Costa		756101,83	4423439,906	0,012	0,02	0,399
127	Costa		756100,587	4423426,597	0,012	0,02	0,696
128	Suelo		756095,643	4423408,468	0,012	0,02	1,33
129	Costa		756100,523	4423402,066	0,012	0,02	0,497
130	Costa		756103,875	4423389,886	0,012	0,02	0,264
131	Costa		756103,062	4423374,674	0,012	0,02	0,535
132	Suelo		756101,821	4423361,768	0,012	0,02	0,622
133	Costa		756105,241	4423362,244	0,012	0,02	0,542
134	Costa		756108,038	4423349,245	0,012	0,02	0,461
135	Costa		756112,997	4423338,187	0,012	0,02	0,213
136	Costa		756118,814	4423327,768	0,012	0,02	0,241
137	Suelo		756115,99	4423319,589	0,012	0,02	1,488
138	Suelo		756115,737	4423317,989	0,012	0,02	1,464
139	Suelo		756119,38	4423322,15	0,012	0,02	1,473
140	Suelo		756134,039	4423316,944	0,012	0,02	1,439
141	Suelo		756146,856	4423314,964	0,012	0,02	1,505
142	Suelo		756160,329	4423313,62	0,012	0,02	1,505
143	Suelo		756172,984	4423310,663	0,012	0,02	1,477
144	Suelo		756182,078	4423309,491	0,012	0,02	1,449
145	Suelo		756099,562	4423324,601	0,012	0,02	1,505
146	Planimetria		756024,326	4423359,063	0,012	0,02	2,871
147	Planimetria		756048,201	4423451,273	0,012	0,02	2,708
148	Planimetria		756050,239	4423465,083	0,012	0,02	2,731
149	Planimetria		756084,629	4423641,107	0,012	0,02	2,977
150	Planimetria		756089,153	4423662,727	0,012	0,02	2,988
151	Planimetria		756095,412	4423694,976	0,012	0,02	2,959
152	Planimetria		756101,362	4423693,594	0,012	0,02	2,81
153	Bases	B3	755333,039	4421630,781	0,012	0,02	1,784
154	Bases	R3	755272,58	4421606,796	0,012	0,02	0,914
155	Otro		755245,644	4421578,081	0,012	0,02	0,639
156	Suelo		755245,992	4421585,878	0,012	0,02	0,879
157	Suelo		755244,5	4421591,643	0,012	0,02	1,072
158	Suelo		755241,804	4421602,246	0,012	0,02	0,604
159	Suelo		755240,511	4421605,891	0,012	0,02	1,772
160	Suelo		755237,822	4421611,566	0,012	0,02	2,265
161	Suelo		755231,584	4421619,262	0,012	0,02	2,078

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
162	Suelo		755253,196	4421639,823	0,012	0,02	1,887
163	Suelo		755260,409	4421636,911	0,012	0,02	1,718
164	Suelo		755263,909	4421631,611	0,012	0,02	1,836
165	Suelo		755267,69	4421627,426	0,012	0,02	2,363
166	Suelo		755270,141	4421624,085	0,012	0,02	1,788
167	Suelo		755272,242	4421620,018	0,012	0,02	1,699
168	Suelo		755275,074	4421616,667	0,012	0,02	1,083
169	Suelo		755277,132	4421614,464	0,012	0,02	0,752
170	Suelo		755279,957	4421607,206	0,012	0,02	0,814
171	Suelo		755282,712	4421603,709	0,012	0,02	1,374
172	Suelo		755290,306	4421600,394	0,012	0,02	1,361
173	Suelo		755299,836	4421605,987	0,012	0,02	1,412
174	Suelo		755308,068	4421610,812	0,012	0,02	1,479
175	Suelo		755310,547	4421609,871	0,012	0,02	1,252
176	Otro		755310,578	4421609,864	0,012	0,02	1,253
177	Suelo		755319,356	4421615,88	0,012	0,02	1,281
178	Suelo		755318,05	4421618,153	0,012	0,02	1,627
179	Suelo		755316,412	4421622,672	0,012	0,02	1,48
180	Suelo		755339,8	4421630,924	0,012	0,02	1,35
181	Suelo		755347,71	4421635,972	0,012	0,02	1,28
182	Suelo		755348,944	4421642,792	0,012	0,02	1,517
183	Suelo		755349,47	4421649,326	0,012	0,02	1,681
184	Suelo		755359,942	4421661,236	0,012	0,02	1,738
185	Suelo		755371,326	4421674,446	0,012	0,02	1,709
186	Otro		755379,348	4421678,018	0,012	0,02	1,325
187	Suelo		755371,008	4421704,823	0,012	0,02	0,476
188	Otro	Gcp	755339,641	4421712,5	0,012	0,02	3,134
189	Suelo		755348,634	4421723,342	0,012	0,02	2,392
190	Suelo		755351,941	4421719,989	0,012	0,02	1,229
191	Suelo		755359,608	4421717,985	0,012	0,02	0,768
192	Suelo		755376,777	4421712,03	0,012	0,02	0,663
193	Suelo		755382,3	4421709,678	0,012	0,02	0,508
194	Suelo		755383,688	4421708,666	0,012	0,02	0,968
195	Suelo		755387,164	4421706,605	0,012	0,02	1,252
196	Suelo		755389,415	4421706,127	0,012	0,02	1,771
197	Suelo		755393,296	4421703,05	0,012	0,02	1,636
198	Suelo		755397,057	4421704,059	0,012	0,02	1,079
199	Suelo		755400,928	4421702,412	0,012	0,02	1,185
200	Otro		755428,782	4421745,268	0,012	0,02	1,249
201	Suelo		755432,835	4421764,101	0,012	0,02	1,944
202	Suelo		755437,971	4421772,761	0,012	0,02	1,756
203	Suelo		755463,5	4421801,199	0,012	0,02	1,815
204	Suelo		755476,12	4421807,056	0,012	0,02	1,667
205	Otro		755483,746	4421811,227	0,012	0,02	2,062

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
206	Suelo		755480,095	4421817,189	0,012	0,02	2,074
207	Suelo		755476,26	4421822,019	0,012	0,02	1,812
208	Suelo		755471,435	4421832,623	0,012	0,02	1,542
209	Suelo		755466,114	4421838,87	0,012	0,02	0,279
210	Suelo		755493,842	4421829,831	0,012	0,02	1,997
211	Suelo		755509,695	4421846,306	0,012	0,02	1,796
212	Otro		755541,359	4421878,339	0,012	0,02	2,129
213	Suelo		755555,651	4421904,397	0,012	0,02	2,205
214	Suelo		755564,055	4421942,325	0,012	0,02	0,328
215	Suelo		755567,256	4421941,4	0,012	0,02	1,214
216	Suelo		755575,635	4421937,228	0,012	0,02	2,14
217	Suelo		755577,438	4421936,072	0,012	0,02	2,178
218	Suelo		755580,642	4421936,472	0,012	0,02	1,718
219	Otro		755591,391	4421953,717	0,012	0,02	1,783
220	Bases	B2	755968,076	4422635,64	0,012	0,02	1,297
221	Bases	R2	755885,961	4422670,797	0,012	0,02	2,323
222	Otro		755640,216	4422062,715	0,012	0,02	1,961
223	Suelo		755632,255	4422066,414	0,012	0,02	2,142
224	Suelo		755635,087	4422089,2	0,012	0,02	2,313
225	Suelo		755644,393	4422095,716	0,012	0,02	2,74
226	Suelo		755640,999	4422109,468	0,012	0,02	2,198
227	Suelo		755646,963	4422127,116	0,012	0,02	2,159
228	Suelo		755641,513	4422139,514	0,012	0,02	2,524
229	Suelo		755650,623	4422146,262	0,012	0,02	2,297
230	Suelo		755657,755	4422156,137	0,012	0,02	1,472
231	Suelo		755663,305	4422163,779	0,012	0,02	0,846
232	Otro		755671,758	4422184,579	0,012	0,02	0,817
233	Suelo		755674,813	4422202,49	0,012	0,02	0,949
234	Suelo		755661,159	4422211,738	0,012	0,02	2,41
235	Suelo		755647,381	4422220,234	0,012	0,02	1,73
236	Suelo		755685,661	4422238,79	0,012	0,02	1,026
237	Suelo		755696,504	4422254,307	0,012	0,02	0,741
238	Suelo		755707,162	4422278,997	0,012	0,02	0,909
239	Suelo		755720,985	4422302,341	0,012	0,02	1,629
240	Otro		755736,592	4422313,621	0,012	0,02	1,007
241	Suelo		755759,511	4422371,394	0,012	0,02	1,609
242	Suelo		755763,596	4422378,36	0,012	0,02	0,892
243	Suelo		755767,332	4422391,803	0,012	0,02	1,399
244	Suelo		755773,981	4422409,036	0,012	0,02	1,098
245	Otro		755780,892	4422426,76	0,012	0,02	1,703
246	Suelo		755788,733	4422440,392	0,012	0,02	1,72
247	Suelo		755799,156	4422451,386	0,012	0,02	1,434
248	Suelo		755813,045	4422468,531	0,012	0,02	1,042
249	Suelo		755833,527	4422497,903	0,012	0,02	1,376

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
250	Suelo		755856,066	4422513,373	0,012	0,02	0,682
251	Otro		755856,098	4422513,385	0,012	0,02	0,662
252	Suelo		755868,514	4422556,659	0,012	0,02	1,257
253	Suelo		755858,327	4422558,148	0,012	0,02	1,067
254	Otro		755889,293	4422591,53	0,012	0,02	0,78
255	Suelo		755906,879	4422620,333	0,012	0,02	1,015
256	Suelo		755916,232	4422628,63	0,012	0,02	0,693
257	Costa		755925,587	4422632,621	0,012	0,02	0,596
258	Otro		755965,767	4422651,416	0,012	0,02	0,494
259	Suelo		755961,96	4422657,774	0,012	0,02	1,065
260	Suelo		755959,326	4422678,459	0,012	0,02	0,521
261	Suelo		755957,568	4422688,689	0,012	0,02	0,49
262	Suelo		755954,412	4422714,564	0,012	0,02	0,587
263	Suelo		755955,893	4422733,444	0,012	0,02	0,618
264	Suelo		755956,801	4422756,513	0,012	0,02	0,535
265	Suelo		755957,518	4422763,172	0,012	0,02	0,466
266	Otro		755958,337	4422782,113	0,012	0,02	0,471
267	Suelo		755959,043	4422814,464	0,012	0,02	0,592
268	Suelo		755961,419	4422831,314	0,012	0,02	0,542
269	Suelo		755961,989	4422840,292	0,012	0,02	0,808
270	Suelo		755964,512	4422857,425	0,012	0,02	0,829
271	Suelo		755966,022	4422868,079	0,012	0,02	0,886
272	Suelo		755971,521	4422906,92	0,012	0,02	0,797
273	Suelo		755976,029	4422933,754	0,012	0,02	0,767
274	Otro		755977,243	4422942,461	0,012	0,02	0,714
275	Costa		755982,657	4422965,107	0,012	0,02	0,334
276	Costa		755984,013	4422978,494	0,012	0,02	0,305
277	Costa		755985,182	4422989,854	0,012	0,02	0,243
278	Costa		755985,605	4423002,62	0,012	0,02	0,281
279	Costa		755986,717	4423019,15	0,012	0,02	0,402
280	Costa		755988,877	4423028,694	0,012	0,02	0,209
281	Costa		755989,217	4423039,409	0,012	0,02	0,251
282	Costa		755989,708	4423050,129	0,012	0,02	0,3
283	Costa		755990,695	4423063,738	0,012	0,02	0,294
284	Costa		755991,44	4423071,542	0,012	0,02	0,275
285	Otro		755991,285	4423083,961	0,012	0,02	0,733
286	Suelo		755987,026	4423082,885	0,012	0,02	1,375
287	Otro	Gcp	755980,255	4423089,649	0,012	0,02	2,986
288	Planimetria		755979,662	4423101,502	0,012	0,02	2,525
289	Planimetria		755996,69	4423168,382	0,012	0,02	2,63
290	Otro		756006,775	4423211,397	0,012	0,02	2,574
291	Otro		756060,613	4423304,409	0,012	0,02	0,906

2.1.4. Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas

Con el fin de enlazar la batimetría con la topografía, se han realizado perfiles en la interfase marítimo terrestre hasta una cota de -2m. Estos perfiles se han realizado mediante estación total siguiendo un plan de muestreo previamente establecido, con puntos de control previamente fijados en el terreno. Estos perfiles topográficos son de vital importancia para la comprensión de la topografía del área de estudio, así como para establecer una conexión precisa entre la batimetría y la topografía terrestre.

2.1.4.1. Planificación

Se han establecido, mediante técnicas GNSS, 3 puntos base y sendos puntos para orientación, distribuidos por toda la zona de estudio en posiciones estratégicas para poder obtener visuales amplias de la zona costera.

Planificación del levantamiento

DESCRIPCIÓN	X	Y	Z	PrecisionH	PrecisionV
B1	756277,215	4423993,584	1,544	0,012	0,02
R1	756183,093	4424038,656	3,21	0,012	0,02
B3	755333,039	4421630,781	1,784	0,012	0,02
R3	755272,58	4421606,796	0,914	0,012	0,02
B2	755968,076	4422635,64	1,297	0,012	0,02
R2	755885,961	4422670,797	2,323	0,012	0,02

2.1.4.2. Resultados.

Listado de puntos obtenido:

id	X	Y	Z
1000	756249,972	4423994.395	1,567
1002	756288,761	4424007.828	-1,466
1003	756284,46	4424107.771	-1,591
1004	756288,31	4424108.764	-2,071
1005	756286,738	4424205.648	-0,16
1006	756293,807	4424205.150	-1,246
1007	756294,923	4424297.485	0,605
1008	756299,543	4424295.504	-0,177
1009	756305,481	4424293.925	-1,185
1010	756309,421	4424294.019	-1,711
1011	756312,596	4424380.946	-0,171
1012	756318,654	4424379.421	-1,373
1013	756328,15	4424476.998	-0,322
1014	756333,422	4424475.885	-1,298
1015	756353,668	4424551.663	-0,258
1016	756359,24	4424548.584	-1,285
1017	756213,15	4423981.744	-0,064
1018	756217,684	4423978.396	-0,769
1019	756223,054	4423975.629	-0,955
1020	756231,407	4423973.465	-1,37
1021	756182,344	4423926.788	-0,112
1022	756188,496	4423924.468	-1,309
1023	756159,159	4423853.327	-0,128
1024	756166,107	4423852.186	-1,365
1025	756163,751	4423853.397	-0,727
1026	756146,403	4423773.393	-0,037
1027	756151,073	4423771.539	-0,573
1028	756155,845	4423770.472	-1,498
1029	756134,068	4423687.487	-0,102
1030	756139,744	4423686.432	-1,004
1031	756144,01	4423685.525	-1,339
1032	756118,574	4423578.067	-0,059
1033	756118,619	4423580.583	-0,027

id	X	Y	Z
1034	756126,05	4423579.226	-0,938
1035	756128,937	4423579.725	-1,503
1036	756110,668	4423500.617	-0,158
1037	756116,55	4423498.671	-1,104
1038	756120,121	4423498.299	-1,679
1039	756105,127	4423419.790	-0,081
1040	756114,306	4423419.734	-1,521
1041	756119,339	4423332.378	-0,121
1042	756128,251	4423333.857	-1,039
1043	756135,266	4423334.440	-1,563
2000	755272,571	4421606.789	0,907
2001	755248,998	4421574.802	-0,107
2002	755251,902	4421569.754	-0,715
2003	755259,13	4421560.110	-1,021
2004	755262,461	4421556.516	-1,151
2005	755313,834	4421605.323	-0,129
2006	755328,724	4421592.113	-1,228
2007	755384,455	4421673.170	-0,146
2008	755392,837	4421667.438	-1,07
2009	755398,932	4421662.499	-1,309
2010	755435,632	4421739.970	-0,187
2011	755444,165	4421734.169	-1,288
2012	755448,697	4421731.196	-1,355
2013	755490,662	4421806.649	-0,111
2014	755490,647	4421806.709	-0,157
2015	755496,803	4421802.246	-1,5
2016	755544,831	4421868.557	-0,038
2017	755554,622	4421864.539	-1,276
2018	755557,944	4421863.073	-1,499
2019	755597,636	4421949.715	-0,028
2020	755603,004	4421946.316	-0,955
2021	755605,849	4421943.564	-1,611
3000	755885,968	4422670.823	2,333
3001	755648,182	4422060.669	-0,008
3002	755655,804	4422058.258	-1,18
3003	755657,611	4422054.779	-1,723
3004	755677,333	4422182.510	-0,115
3005	755685,195	4422181.647	-1,137
3006	755687,779	4422181.169	-1,598
3007	755742,537	4422310.910	-0,09
3008	755747,715	4422307.793	-0,975
3009	755752,337	4422304.638	-1,329
3010	755788,513	4422422.035	-0,043
3011	755794,665	4422418.583	-1,356

id	X	Y	Z
3013	755860,031	4422511.994	-0,116
3014	755871,675	4422506.878	-0,691
3015	755883,863	4422499.284	-1,17
3016	755889,623	4422496.864	-1,385
3017	755895,017	4422585.691	-0,139
3018	755900,69	4422583.545	-0,998
3019	755905,699	4422582.513	-1,349
3020	755971,526	4422652.909	-0,099
3021	755979,373	4422655.160	-1,176
3022	755984,175	4422655.988	-1,494
3023	755960,984	4422714.587	-0,068
3024	755967,44	4422716.656	-0,99
3025	755962,731	4422781.641	-0,018
3026	755969,932	4422781.605	-1,009
3027	755974,297	4422782.265	-1,563
3028	755972,28	4422867.844	0,083
3029	755983,76	4422940.924	-0,004
3030	755983,724	4422941.015	-0,035
3031	755991,802	4422940.353	-1,255
3032	755996,917	4422939.840	-1,576
3033	755994,228	4423083.627	0,002
3034	756002,613	4423084.762	-1,297
3035	756005,441	4423083.483	-1,885
3036	756006,807	4423142.155	-0,141
3037	756024,893	4423208.907	-0,052
3038	756032,212	4423207.812	-1,125
3039	756037,151	4423206.561	-1,51

2.1.5. Levantamiento mediante vuelo dron

El vuelo se realizó mediante sistema aéreo no tripulado tipo QuadX con vuelo horizontal y paralelo a la rasante del terreno y mediante ruta autónoma previamente planificada para cumplir lo solapes requeridos. Este sensor utiliza posicionamiento dinámico de precisión rtk tipo GNSS corregido mediante base terrestre, utiliza un compensador de 3 ejes integrado con rango de inclinaciones de -90º a + 30º, con un máximo de velocidad angular controlable de 90º/s y un intervalo de vibraciones de +/- 0.02º, se expondrán todas sus características en el correspondiente apéndice. La cámara registra calidades fotográficas de tipo 4K con su sensor CMOS de 1”.

Este tipo de dron, al llevar integrado su GPS rtk a bordo, y referenciarse a una base en tierra, basta con fijar las coordenadas de la base a las suministradas por topografía

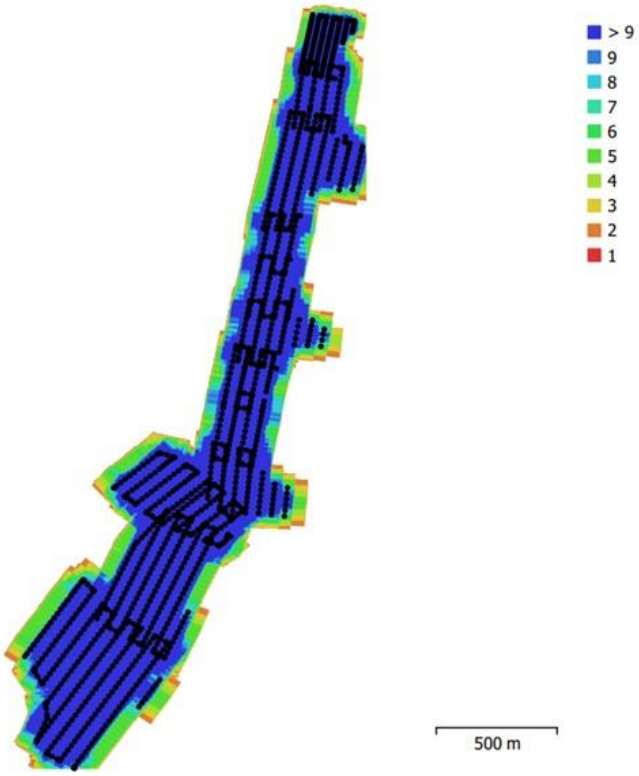
terrestre para poder realizar la recolección de fotogrametría sin más dudas posicionales, siempre y cuando se conserve el modo de posicionamiento 3d (modo 4 rtk Fijo), para aumentar la precisión se observarán puntos comunes o dianas que serán calculados como apoyos adicionales o de comprobación y ajuste. Se han obtenido para el presente trabajo un total de1631 ortofotos, para generar el mosaico total, y 7 puntos de apoyo, que han participado en el proceso de ajuste adicional

2.1.5.1. Especificaciones

Número de imágenes	1631
Altitud media de vuelo	123 m
Resolución	3.07 cm/pix
Superficie volada	1.5 km²

2.1.5.2. Solape fotogramétrico

El vuelo se ha planificado con un solape fotogramétrico suficiente para la obtención de una nube de puntos de alta densidad que tras un proceso de filtrado y clasificación se utilizará para la definición.



El solape fotogramétrico es óptimo lo que garantiza una buena redundancia de la información en las imágenes, lo que permite una mayor precisión en la georreferenciación y ortorrectificación de las imágenes. Esto a su vez contribuye a la obtención de una nube de puntos de alta densidad y precisión, que es esencial para la definición de los puntos de apoyo y control necesarios en el proceso de post-procesamiento fotogramétrico.

2.1.5.3. Puntos de control.

Los puntos de control son puntos bien definidos en el terreno que se utilizan como referencias para georreferenciar y ortorrectificar las imágenes capturadas durante el levantamiento fotogramétrico. Estos puntos se utilizan para establecer una relación entre las coordenadas del terreno y las coordenadas de las imágenes, lo que permite obtener productos geoespaciales precisos y de alta calidad.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
02	1.02501	0.693167	-0.586138	1.36919	0.601 (13)
03	-0.518467	0.738994	0.146068	0.91447	0.456 (38)
04	-2.85698	-2.02151	-0.963363	3.63	0.703 (25)
05	0.406399	-1.06543	0.676057	1.32565	0.433 (33)
06	-0.315456	-2.97793	-1.4984	3.34855	1.292 (14)
07	-0.221883	-2.2045	0.966737	2.41736	0.857 (14)
08	-1.06299	0.518887	0.00797102	1.1829	0.403 (34)
Total	**1.24932**	**1.70065**	**0.839206**	**2.27096**	**0.641**

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
7	1.24932	1.70065	0.839206	2.11021	2.27096

Puntos de control y elipses de error planimétricas, el error altimétrico está representado por color.

El error medio cuadrático total obtenido en los puntos de control de este levantamiento ha sido de menos de 2,5 cm, lo que indica que los resultados son precisos y cumplen

con el criterio establecido. Esto garantiza la confiabilidad de los datos obtenidos y la precisión de los productos generados, como el modelo digital de elevaciones, las curvas de nivel y la cartografía, para su uso en aplicaciones topográficas y cartográficas.

2.1.5.4. Resultados.

Los resultados obtenidos del levantamiento fotogramétrico con dron en la playa de la Torre en Almazora incluyen un modelo digital de elevaciones (MDE) y una ortofoto de alta resolución.

- El MDE es un producto que representa la topografía general de la zona muestreada. Se ha generado a partir de la nube de puntos obtenida durante el proceso de fotogrametría, la cual se ha procesado para eliminar ruido y errores sistemáticos, y se han interpolado las alturas para obtener un modelo continuo de la superficie del terreno. El MDE es una representación tridimensional de las elevaciones del terreno, lo que permite obtener información detallada sobre la topografía de la zona, incluyendo la configuración del terreno, la pendiente, la orientación y las características geomorfológicas.

- La ortofoto es una imagen georreferenciada y corregida geometricamente que se ha obtenido a partir de las imágenes capturadas por el dron durante el levantamiento. La ortofoto tiene una resolución de 5 cm/píxel, lo que permite obtener detalles precisos de la superficie del terreno. Se utiliza para la obtención de cartografía, ya que representa una imagen ortogonal y corregida de las características del terreno, lo que facilita la identificación y medición precisa de elementos como edificaciones, caminos, cuerpos de agua, vegetación, etc.

Ambos productos, el MDE y la ortofoto, son de alta calidad y precisión, lo que garantiza su utilidad para la obtención de información topográfica y la generación de cartografía de la playa de la Torre. Estos resultados son de gran importancia para diversos fines, como la planificación urbana y territorial, el estudio de procesos costeros, la gestión del medio ambiente, la seguridad y prevención de riesgos, entre otros.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS.

En los puntos siguientes se va a desarrollar la metodología de estudio a seguir para la toma de datos sobre el estado de desarrollo y situación ambiental de las fanerógamas marinas presentes en la zona de estudio.

Dado que la presencia de *Cymodocea nodosa* en la zona de estudio se ha limitado a zonas en la que se han encontrado haces dispersos, se han ubicado las tres estaciones de muestreo en zonas con presencia de *Posidonia oceanica.*

2.2.1. Estaciones de muestreo.

En la figura y tabla siguientes se presenta la localización de las estaciones de muestreo, las cuales se ubican en profundidades entre -10m y -15m.

Ubicación de las estaciones de muestreo para el análisis de Posidonia oceanica

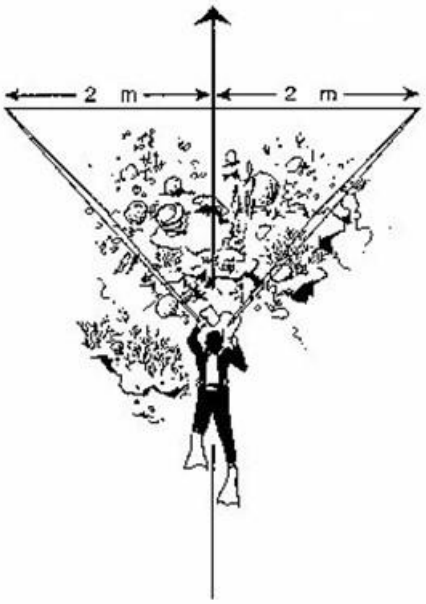
Estación	COORD ETRS89	
	LONGITUD	LATITUD
POSI1	39° 55.284'N	0° 0.932'E
POSI2	39° 55.112'N	0° 0.755'E
POSI3	39° 55.251'N	0° 0.777'E

2.2.2. Trabajos de campo.

A partir de los trabajos de exploración anteriormente descritos se procederá a seleccionar las zonas de muestreo. En cada uno de los puntos de muestreo se procederá a la toma de datos in situ en inmersión con equipo de buceo autónomo. Los descriptores a analizar son Cobertura y Densidad, tanto para *Posidonia oceanica* como para *Cymodocea nodosa*.

2.2.2.1. Cobertura.

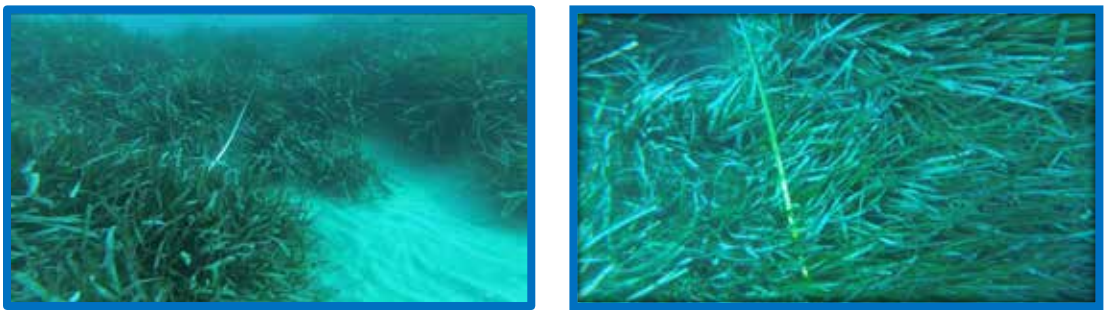
La cobertura se mide mediante el método de intercepto linear. En cada estación de muestreo se mide la cobertura en un mínimo de tres transectos. El transecto se establece alargando una cinta métrica de 25 metros sobre el fondo, en línea recta, siguiendo el rumbo preestablecido. Se anota la profundidad del inicio y final de cada transecto. Se anota el rumbo del transecto, con el fin de que pueda ser replicado en futuras ocasiones.



En el método del intercepto linear, el buceador recorre la cinta métrica desde el inicio tomando nota de la distancia de la cinta a la que se observan los límites de los diferentes sustratos, según su proyección vertical. Se registra la longitud cubierta por la pradera, así como la existencia de mata muerta, y la de otros substratos o especies presentes. Los sustratos que se pueden encontrar son entre otros: pradera de P. oceanica (P),

mata muerta (MM), mata muerta con caulerpas (MMC), arena (A), roca (R), roca con caulerpas (RC), pradera de C. nodosa (Cy), pradera mixta de P. oceanica con C. prolifera (PCp), pradera mixta de C. nodosa con C. prolifera (CyCp), etc.

Posteriormente, los valores obtenidos se expresan como porcentajes de recubrimiento. La medida de la longitud de cinta ocupada por cada sustrato, dividida por la longitud total del transecto, da una estima global del porcentaje de cobertura de cada sustrato en el transecto (Díaz & Marbá, 2009[1]).



Cinta métrica alargada en una estación de muestreo de Posidonia oceanica

A partir de los datos obtenidos se calcula el índice de conservación. Este índice, conforme se cita en Díaz & Marbá, 2009(op.cit.) fue propuesto por Sanchez-Poveda et al., (1996) y, posteriormente, modificado por Moreno et al., (2001). Se basa en la comparación entre la cobertura de mata muerta (que indica una cobertura pretérita mayor) y la cobertura de pradera viva.

El índice de conservación de la pradera se obtiene dividiendo el porcentaje de cobertura de mata viva o pradera (P) por la suma de los porcentajes de mata muerta (MM) y mata viva o pradera, como en la ecuación siguiente:

$$IC= P/(MM+P)$$

En la significación ambiental de los valores obtenidos se considera la siguiente escala:

- Estado Favorable: IC > 0.8

[1] *Díaz, E. & Marbà, N., 2009. 1120 Posidonion oceanicae. Praderas de Posidonia oceanica (*). En: VV.AAaa., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 129 p.*

- Estado Desfavorable-inadecuado: 0.6 < IC < 0.8
- Estado Desfavorable-malo: IC<0.6

2.2.2.2. Densidad.

Se mide la densidad de haces en tres parcelas por punto de muestreo. Para ello se emplea un cuadro de recuento de 40 cm x 40 cm2 que se lanza aleatoriamente sobre la pradera. Se sujetan las hojas de los haces con el antebrazo y con la otra mano se van sacando los haces y contándolos. Se cuentan todos los haces que se encuentran dentro del contorno del cuadro. Se apunta el resultado de cada contaje.

La valoración del resultado se desarrolla por comparación con la clasificación de estados de conservación de Pergent et al (1995) y de Pergent-Martini & Pergent (1996) en D Díaz & Marbá, 2009 (op.cit.).

Recuento de densidad de haces.

Para la profundidad de las estaciones de muestreo la relación entre rangos de densidad y clasificación del estado de la pradera sería el siguiente:

- Desfavorable-malo: D<237
- Desfavorable- inadecuado: 237<D<349
- Favorable-normal: 349<D<573
- Favorable-alta: D>273

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS

2.3.1. Área de estudio. Puntos de muestreo

Se han propuesto una distribución de 8 puntos de muestreo, distibuidos regularmente por toda la zona de estudio, abarcando el rango batimétrico en el que se presenta este tipo de sustrato.

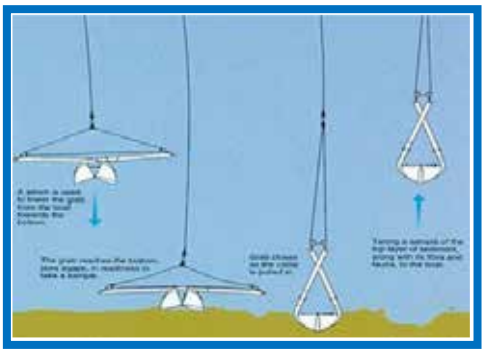
Distribución de las estaciones de muestreo

Estaciones	COORDENADAS ETRS89		
	LONGITUD	LATITUD	COTA
BS1	39° 55.583'N	0° 0.048'O	-3m
BS2	39° 55.527'N	0° 0.126'E	-7m
BS3	39° 55.232'N	0° 0.156'O	-3m
BS4	39° 55.200'N	0° 0.036'O	-7m
BS5	39° 54.599'N	0° 0.422'O	-5m
BS6	39° 54.574'N	0° 0.373'O	-7m
BS7	39° 55.163'N	0° 0.293'E	-12m
BS8	39° 54.330'N	0° 0.064'E	-12m

Finalmente, dado la tipología de fondo observada en la estación BS5 (fondo de guijarros) fue imposible realizar la toma de muestra, por lo que únicamente se han analizado 7 muestras.

2.3.2. Trabajos de campo

La toma de muestras se realiza mediante una draga Van Veen. Gamaser dispone de 3 tipos de draga Van Veen con diferentes superficies de muestreo (0,04m^2, 0.06m^2 y 0.11m^2). Para el muestreo de sedimentos se utilizará una draga Van Veen con una “superficie de ataque” de 0.04m^2.



Funcionamiento de la draga Van Veen: la draga se baja abierta y al llegar al fondo ésta se clava en el sedimento. Al iniciar la maniobra de izado de la draga ésta se cierra y obtiene la muestra de sedimento.

Imágenes del proceso de toma de muestras mediante draga Van Veen

En cada estación de muestreo se han tomado 3 réplicas para el análisis posterior de la composición faunística de las muestras por unidad de superficie. Las muestras obtenidas se han lavado en un tamiz de 0,5 mm de luz con el fin de separar del sedimento los ejemplares a analizar. El resultado del tamizado se ha introducido en

envases debidamente codificados, con agua de mar y formaldehído al 4% para su correcta conservación hasta el momento de su identificación taxonómica en el laboratorio.

2.3.3. Trabajos de laboratorio. Análisis taxonómico

La separación o triaje de las muestras y la identificación taxonómica en el laboratorio se realiza por taxónomos especialistas en los diferentes grupos zoológicos (poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos) mediante el empleo de lupa binocular, microscopio y bibliografía especializada.

La identificación se realiza al nivel taxonómico más bajo posible. La identificación de especies se apoya en el *Registro Europeo de Especies Marinas*[2] y en los códigos NODC o ITIS[3]. Todos los individuos de cada taxón son contabilizados, excepto los coloniales, que se anotan como presencia.

Identificación de la biota de las muestras

Como resultado de los trabajos de laboratorio se obtiene para cada muestra un inventario de la macrofauna identificada llegando a nivel específico. Además del valor total de ejemplares identificados o abundancia (nº total de individuos o ejemplares) se han obtenido datos referidos a:

Para la muestra:

- ✓ Densidad: individuos/m2.
- ✓ Riqueza específica: nº de especies

[2] *(www.marbef.org/data/erms.php)*
[3] *(http://www.itis.usda.gov/)*

- ✓ Índice de Margalef (d)
- ✓ Índice de Simpson (D)
- ✓ Diversidad: índice de Shannon-Weaver (H’)
- ✓ Equitatividad. Índice de Pielou (J)
- ✓ Distribución (%) de los diferentes grupos (phylla) de macroinvertebrados.
- ✓ Detección de especies indicadoras (inestabilidad sedimentaria, aporte de materia orgánica, etc.)

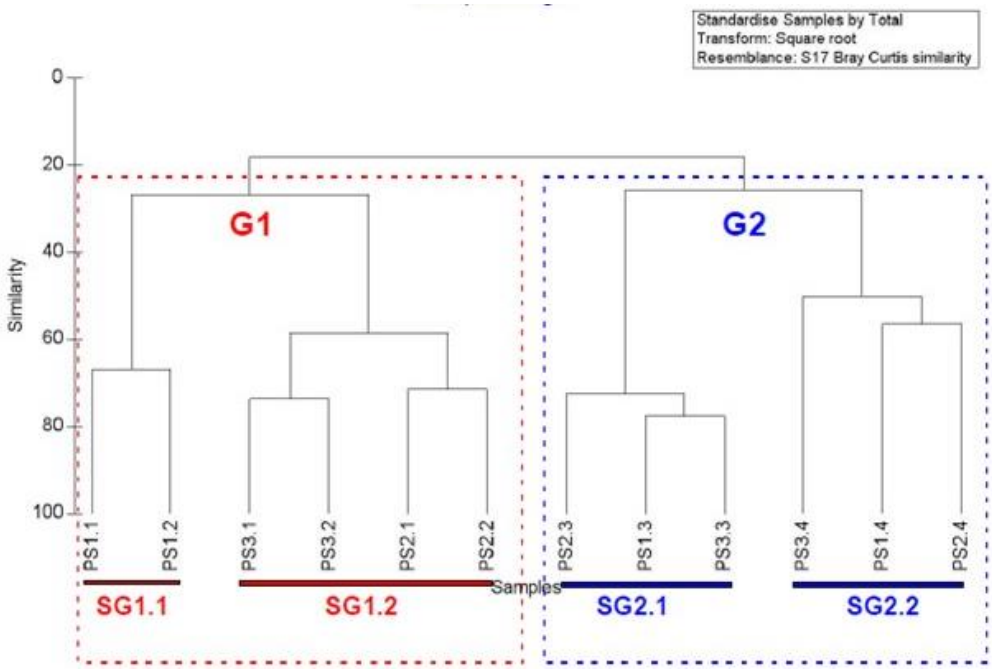
Para cada especie:

- ✓ Densidad específica: individuos de la especie/m2.

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se realiza la caracterización de las comunidades mediante análisis multivariante de proximidad nMDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling) trabajando con distancia de Bray-Curtis sobre la matriz de especies/abundancia. Estos cálculos analizan la similitud entre las diferentes muestras del bentos y se realizan mediante el software Primer v6[4].

De esta forma se obtiene un valor de la semejanza o similitud entre las diferentes muestras en función de sus poblamientos de macroinvertebrados, se generan agrupamientos ente ellos y se pueden percibir y definir las homogeneidades o diferencias que puedan dar lugar a la definición de poblamientos diferenciados.

4 Clarke, KR and Warwick, RM (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, 172pp.



Ejemplo de diagrama clúster de análisis de agrupaciones

Tras este primer análisis destinado a obtener agrupamientos de muestras que se correspondan con diferentes estructuraciones bionómicas, se procede a analizar qué especies son las que contribuyen en mayor medida a las diferencias o similitudes encontradas entre ellas. De esta forma se identifican las especies que originan las mayores diferencias entre los grupos definidos y aquellas especies que contribuyen a las similitudes entre estos grupos. Este análisis se realiza mediante la aplicación SIMPER (Primer v6, op.cit.).

2.3.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados

Con los resultados del análisis taxonómico se valora el estado ambiental de la zona de estudio a partir de la aplicación de una serie de indicadores biológicos establecidos en el RD817/2015[5].

Conforme al RD1/2016[6] la zona de estudio se sitúa dentro del ámbito geográfico de la masa de agua denominada *Cabo de Oropesa-Buriana* (código de masa de agua: C004)

[5] *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.*
[6] *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y*

y se corresponde con una tipología AC-T01 (*Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas*).

El RD817/2015 establece como indicadores para el análisis del estado ambiental de la masa de agua marina costera, basándose en elemento “Fauna bentónica de invertebrados”, los siguientes índices: *índice BOPA*, *índice MEDOCC* e *índice M-AMBI*.

Los tres índices se basan en la distribución de grupos tróficos dentro del poblamiento bentónico y la relación de esta con la alteración ambiental, principalmente derivada de la contaminación orgánica.

Para la tipología de masa de aguas superficial costera AC-T01 el RD817/2015 señala que serán los índices BOPA y MEDOCC los índices a utilizar en la valoración del estado derivado del análisis del poblamiento bentónico. En particular, para el presente caso, se plantea la utilización del índice MEDOCC.

Sin embargo, el índice M-AMBI requiere el cálculo de tres métricas: el *coeficiente biótico AMBI* (basado en la distribución de los grupos tróficos), el *índice de diversidad de Shannon (H’)* y la *riqueza de especies (S).*

De esta forma, el índice M-AMBI permite contemplar un espectro de alteraciones más diverso que el derivado exclusivamente de las alteraciones en la distribución de los grupos tróficos motivadas por los aportes orgánicos que acompañan al vertido de aguas residuales.

En el presente estudio, con la finalidad de incrementar la información y los datos sobre el estado ambiental de los fondos marinos estudiados, se plantea, por tanto, el cálculo de dos índices:

- ✓ El índice MEDOCC. Al ser uno de los índices aplicados para el tipo de masas de superficiales costeras en la que se encuentra la zona de estudio, su consideración permite la comparación de los resultados obtenidos con los diferentes escenarios de clasificación de la calidad ambiental que figuran en la normativa de referencia.

de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño, Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

- ✓ El índice M-AMBI, porque el cálculo de las tres métricas antes señaladas permite disponer de una valoración ambiental más exhaustiva que la basada simplemente en la distribución porcentual de los grupos tróficos.

De esta forma, los resultados obtenidos para el índice MEDOCC se comparan con los valores de referencia y límites de cambio de clase señalados por la normativa (RD817/2015) para la evaluación del *Estado ecológico* de la masa de agua superficial costera AC-T01. Por su parte, los resultados del índice M-AMBI permiten disponer de una valoración ambiental de las muestras más completa respecto del registro de posibles perturbaciones.

La clasificación de las especies en los diferentes grupos tróficos se lleva a cabo a partir de la base de datos desarrollada por el laboratorio de AZTI[7] para el cálculo del *coeficiente biótico AMBI*[8] y que se va actualizando periódicamente. La última actualización de esta base de datos es del año 2019.

El *coeficiente biótico AMBI (AZTI MARINE BIOTIC INDEX)* se basa en la proporción de la abundancia de cinco grupos ecológicos en cada muestra. Estos grupos ecológicos son los siguientes:

Los grupos ecológicos (o grupos tróficos) se corresponden con la diferente sensibilidad de las especies a incremento de gradientes de stress, de tal forma que:

- ***Grupo I (GI):*** Especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y presentes en condiciones no contaminadas (estadio inicial).
- ***Grupo II (GII):*** Especies indiferentes al enriquecimiento orgánico, siempre presentes en bajas densidades y que no presentan variaciones significativas en sus abundancias a lo largo del tiempo (del estadio inicial hasta el estadio levemente desequilibrado).

[7] *www.azti.es*
[8] *BORJA, A.; MUXICA, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTOI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin 50, 787-789.*

- ***Grupo III (GIII):*** Especies tolerantes al enriquecimiento orgánico que pueden ocurrir en condiciones normales, pero el crecimiento de sus poblaciones es estimulado por el enriquecimiento orgánico (estadio levemente desequilibrado).

- ***Grupo IV (GIV):*** Especies oportunistas de segundo orden que se presentan desde el estadio levemente desequilibrado hasta el altamente desequilibrado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación.

- ***Grupo V (GV):*** Especies oportunistas de primer orden presentes en el estadio altamente desbalanceado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación.

El índice se calcula:

AMBI = [(0 x % GI) + (1,5 x % GII) + (3 x % GIII) + (4,5 x % GIV) + (6 x %GV)]/ 100

AMBI presenta valores continuos entre 0 y 6 (el valor 7 se otorga cuando la muestra es azoica, es decir, no hay fauna).

Clasificación del nivel de contaminación del sitio	*Coeficiente Biótico*	*Índice Biótico (BI)*	*Grupo Ecológico Dominante*	*Salud de la comunidad bentónica*
No contaminado	0.0 < BC ≤ 0.2	0	I	Normal
No contaminado	0.2 < BC ≤ 1.2	1		Empobrecida
Ligeramente contaminado	1.2 < BC ≤ 3.3	2	III	Desbalanceada
Moderadamente contaminado	3.3 < BC ≤ 4.3	3		Transición a contaminado
Moderadamente contaminado	4.5 < BC ≤ 5.0	4	IV-V	Contaminado
Altamente contaminado	5.0 < BC ≤ 5.5	5		Transición a altamente contaminado
Altamente contaminado	5.5 < BC ≤ 6.0	6	V	Altamente contaminado
Extremadamente contaminado	Azoico	7	Azoico	Azoico

Resumen de los valores de AMBI y equivalencias con la calidad ambiental

Para el cálculo del índice AMBI se utiliza el software "AMBI" desarrollado por el Centro Tecnológico AZTI-Tecnalia[9], que determina el valor del índice por estación de muestreo.

[9] *web: http//ambi.azti.es/es/ambi/*

El programa AMBI incluye más de 6.500 taxones representativos de las comunidades más importantes presentes en los estuarios y sistemas costeros de Europa, desde el Mar del Norte al Mediterráneo, e incluso de Norteamérica, Sudamérica, Asia, Oceanía y África. El programa AMBI también calcula el índice de diversidad de Shannon y la riqueza.

El cálculo del M-AMBI se basa en el uso de Análisis Factorial para determinar el estado de las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando (basado en el *coeficiente biótico AMBI*, el *índice de diversidad de Shannon* y la *riqueza de* especies). En estos análisis las distancias del conjunto de valores que identifican a una estación, respecto de las condiciones de referencia de muy buen estado ecológico y de mal estado ecológico es lo que determina su clasificación de estado ecológico. En la tabla siguiente se presenta la correlación entre los valores del índice y el estado ambiental.

M-AMBI	Status (estado ambiental)
≥0.77	High
0.76-0.53	Good
0.52-0.38	Moderate
0.37-0.20	Poor
≤0.20	Bad

Por su parte, el índice MEDOCC se basa en la proporción de cuatro grupos ecológicos, o grupos tróficos. En este caso se puede asumir que el grupo IV del índice MEDOCC es coincidente con la consideración conjunta de los grupos IV y V utilizados para el índice AMBI.

El índice MEDOCC se calcula según la siguiente expresión:

$$\mathbf{MEDOCC = [(0 \times \%\ GI) + (2 \times \%\ GII) + (4 \times \%\ GIII) + (6 \times \%\ GIV)]/\ 100}$$

El cálculo del índice se basa en el uso de Análisis Factorial para determinar el estado de las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando. En estos análisis las distancias del conjunto de valores que identifican a una estación, respecto de las condiciones de referencia de muy buen estado ecológico y de mal estado ecológico es lo que determina su clasificación de estado ecológico. En la tabla siguiente se presenta la correlación entre los valores del índice y el estado ambiental.

Estado ecológico	MEDOCC
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5
Malo	5.5<MEDOCC<6

MEDOCC presenta valores continuos entre 0 y 6. Para transformar los datos del índice dentro de los rangos de valoración definidos para EQR (entre 1 y 0) se hace la siguiente conversión:

$$EQR = 1-[(MEDOCC – 0.5)/(6-0.5)]$$

Conforme al RD817/2015 (op.cit.) a la masa de agua costera en la que se localiza la zona de estudio (C003, Sierra de Hirta – Cabo de Oropesa) el valor que se corresponde con la *"Condición de referencia"* para el índice MEDOCC es 0.2, y la clasificación del estado de calidad ambiental se corresponde con los valores de la siguiente tabla.

Estados de calidad ambiental	Valor EQR
Muy bueno	EQR > 0.73
Bueno	0.73 < EQR < 0.47
Moderado	0.47 < EQE < 0.20
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08
Malo	EQR < 0.08

La Directiva Marco del Agua establece que el Estado Ecológico (EQR, *Ecological Quality Ratio*) se calcula comparando los valores del estado ecológico obtenidos en la zona estudiada con las condiciones de referencia. Por tanto, el valor de EQR relaciona el estado ecológico real de la zona estudiada con el estado ecológico potencial de la misma derivado de la condición de referencia.

2.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO.

El estudio se desarrolla mediante la consecución de las siguientes actividades:

1. Recopilación de información bibliográfica y cartográfica.
2. Prospección de los fondos marinos.
3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato.

   3.1. Fondo sedimentario

3.2. Recubrimiento de fanerógamas marinas

3.3. Fondo de substrato rocoso

4. Estudio sobre las fanerógamas marinas.

2.4.1. Recopilación y estudio de la información existente

El primer paso del estudio es el de la búsqueda y recopilación de la información bibliográfica y cartográfica que pudiera existir sobre el entorno de la zona de estudio.

En el presente caso, este primer paso, supone la recopilación de todos los estudios realizados previamente sobre la zona concreta de trabajo, así como toda aquella información que pudieran referirse a un entorno más amplio y que permita disponer de información relevante respecto de la estructuración bionómica de los fondos marinos a estudio y, en su caso, a su evolución temporal.

Con la información recopilada se elabora una base cartográfica en la que se representa, básicamente, la distribución de comunidades bentónicas y de la tipología de substratos existentes en un entorno amplio respecto de la zona de estudio. También se contemplan los datos sobre otras variables ambientales de incidencia en la consideración del entorno a estudio como sería la delimitación de las áreas protegidas, presencia de especies protegidas o en peligro, recursos pesqueros, calidad de aguas marinas, vertidos tierra-mar, etc.

A modo de aproximación al estudio, entre la información a analizar está la comprendida en la documentación siguiente:

1. Información medioambiental extraída del visor Geoportal del Ministerio para la Transición Ecológica[10].
2. Información sobre comunidades bentónicas extraída del *Estudio Ecocartográfico del litoral de las provincias de Castellón,* realizado en 2006[11] por el entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

[10] *https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig*
[11] *https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/*

3. Información sobre el entorno marino extraída del visor *Geoportal* del Instituto Español de Oceanografía (IEO)[12].
4. Información sobre la presencia de fanerógamas marinas en el entorno de estudio extraída del *Atlas de las praderas marinas de España*. (Ruiz, J.M. et al, 2015)[13].
5. Fotografía aérea obtenida de fuentes como el Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana y del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento.
6. Consulta en el Banco de datos de Biodiversidad de la Comunidad Valenciana[14], para la obtención de información sobre la presencia de especies de interés conservacionista y de especies exóticas invasoras en la zona de estudio.

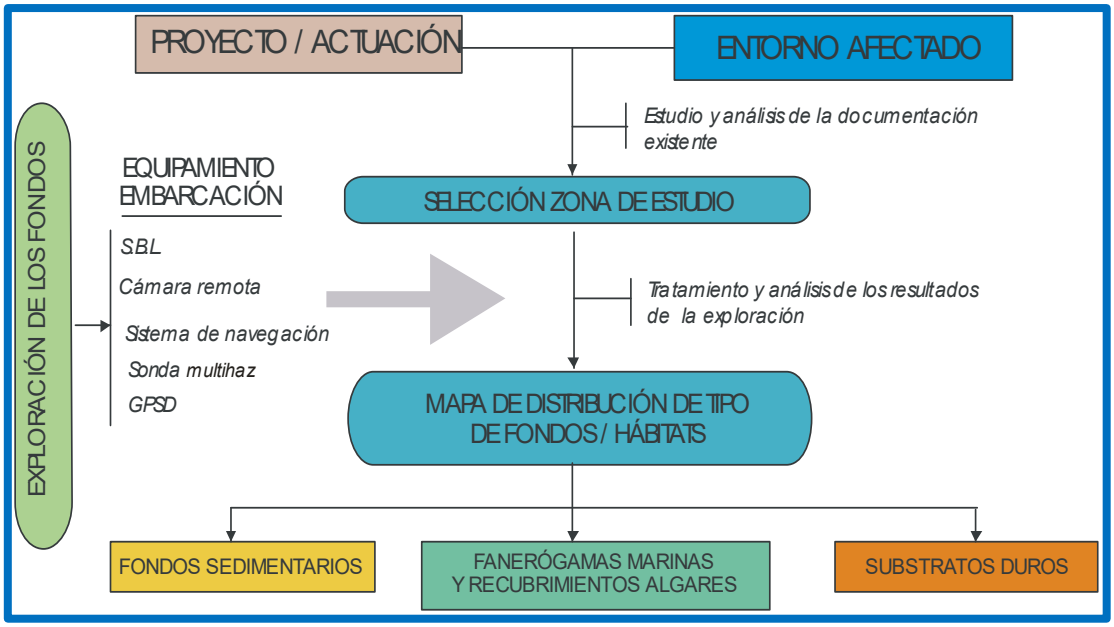
2.4.2. Prospección de los fondos marinos.

2.4.2.1. Introducción. Esquema de trabajo.

En el siguiente esquema se presenta el planteamiento de actividades para la consecución de una cartografía de las comunidades existentes en un fondo marino y que son las que se van a ejecutar en la zona de proyecto.

Como se describe en el esquema, la metodología para la obtención de toda la información existente sobre la estructuración bionómica de los fondos marinos incluidos en la zona de estudio, se basa principalmente en la realización de trabajos de prospección mediante Sonar de Barrido Lateral (SBL) y mediante cámara de vídeo remolcada desde la embarcación. En el apartado metodológico se desarrolla la metodología de campo y gabinete necesaria para la consecución de los fines propuestos. A esta información se le añade la derivada del estudio batimétrico mediante metodología multihaz, el cual se desarrolla en otra parte de la propuesta.

[12] *www.ideo-base.ieo.es*
[13] *Ruiz, J.M., E. Guillén, A. Ramos Segura & M. Otero. 2015. Atlas de las praderas marinas de España. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 681 pp.*
http://www.ieo.es/documents/10192/26809/Atlas-praderas-marinas-de-Espana.pdf
[14] *http://bdb.cma.gva.es*



Esquema general de la elaboración de una cartografía de hábitats bentónicos.

Por lo que respecta al SBL, la prospección abarca el 100% del área de estudio. Únicamente en las zonas más someras (entre 0m y -2m) este método presenta ciertos problemas de ejecución, por lo que en estos casos la zona somera no prospectada será analizada a partir del estudio de imágenes aéreas.

2.4.2.2. Prospección mediante Sonar de Barrido Lateral.

La prospección mediante Sonar de Barrido Lateral (SBL) se ha llevado a cabo simultáneamente con los trabajos de batimetría y por tanto abarcando la misma área del fondo marino.

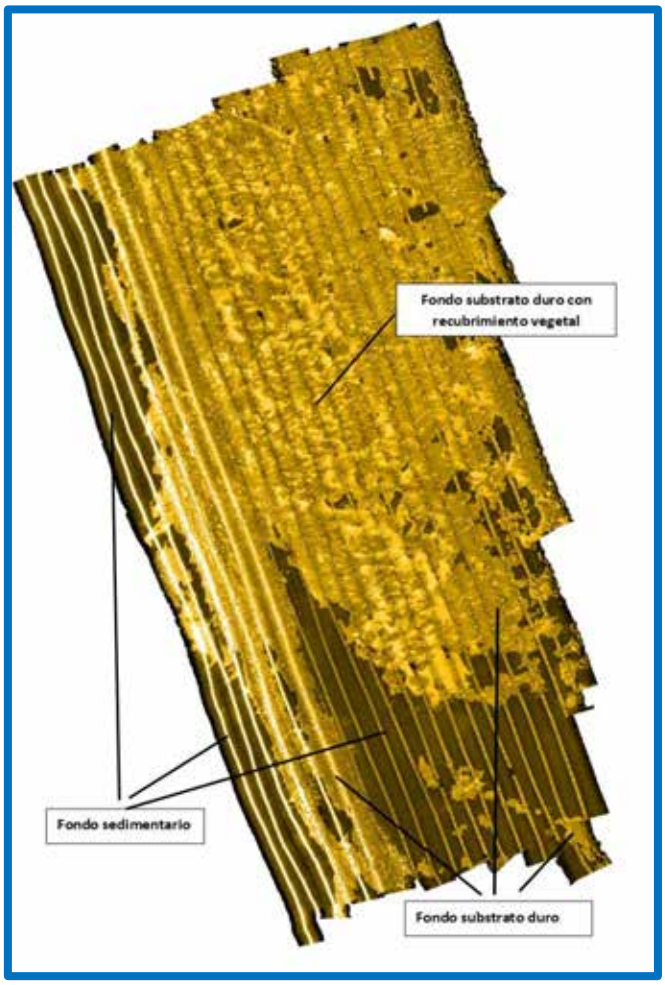
En un apartado anterior se describen los equipos utilizados en la prospección de fondos marinos con Sonar de Barrido Lateral.

La obtención de registros sísmicos de alta resolución acústica está enfocado primordialmente a la caracterización de la zona de estudio desde el punto de vista morfológico, ya que se puede:

- Obtener las características del fondo marino.
- Definir áreas morfológicas interesantes para el proyecto.

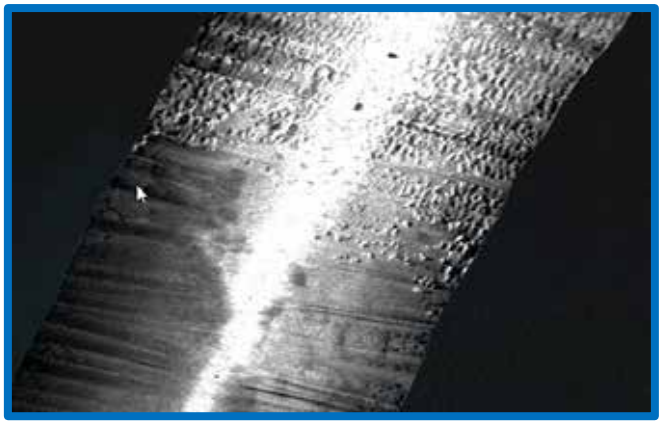
Tratamiento de datos.

Se recolecta tanto la información de detección del fondo a modo profundidad, como el resto de la información asociada al sonar, como intensidad de señal, sonar de barrido lateral y Snippets, de manera que se pueda obtener información sonográfica de calidad de la composición superficial de los materiales que componen el fondo, con especial atención a la presencia de fanerógamas marinas. La tecnología empleada permite hacer un barrido total de toda la zona de prospección.



Tipología de substratos definidas a partir de la prospección

A partir del análisis de los registros del sonar de barrido lateral se dispone de una distribución de tipologías de fondo diferenciables. Mediante esta técnica es posible identificar los límites entre zona sedimentaria, fondos de substratos duros y praderas de fanerógamas marinas.

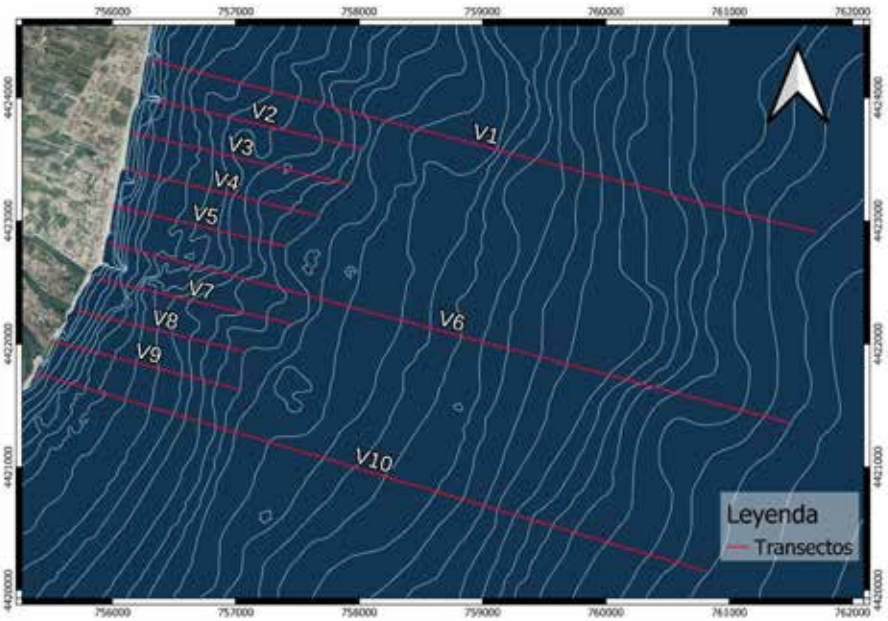


Ejemplo de transición entre tipología de arenas superficiales y recubrimiento de Posidonia oceanica

Para un mejor análisis de los resultados del sonar de barrido lateral, mediante herramienta GIS, se analizan uno por uno los distintos sonogramas registrados con el fin de disponer de una mejor definición de los registros.

2.4.2.3. Exploración con cámara remolcada.

Los transectos mediante vídeo remolcado se establecen con exactitud a partir de la campaña de SBL y del resultado de la recopilación de información. De esta forma, en función de los resultados obtenidos y la recopilación de información bibliográfica y cartográfica, el diseño de transectos de vídeo para la exploración de los fondos marinos ha sido el siguiente.



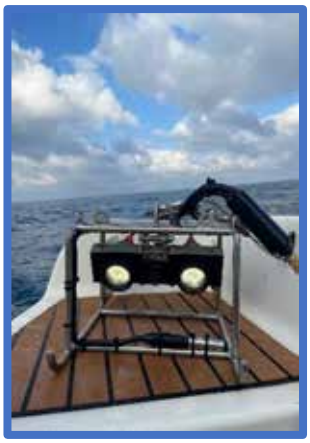
Planificación de los transectos de cámara remolcada de vídeo

Para complementar los datos obtenidos con el sonar de barrido lateral, se ha realizan inspecciones mediante dispositivo de cámara submarina georreferenciada, identificando de forma más precisa las comunidades biológicas de la zona. Para ello, se emplea un dispositivo de camára submarina remolcada que permite obtener imágenes georreferenciadas de los fondos marinos para su posterior análisis en gabinete.

Su objeto es determinar las características de las diferentes tipologías de substratos identificados y obtener información para la caracterización bionómica e identificación preliminar de los diferentes poblamientos bentónicos.

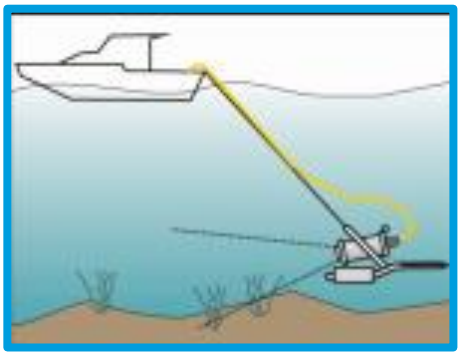
Estas imágenes permiten realizar una caracterización visual de los recubrimientos vegetales (praderas de fanerógamas marinas: *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*) y los recubrimientos de los fondos de substrato duro.

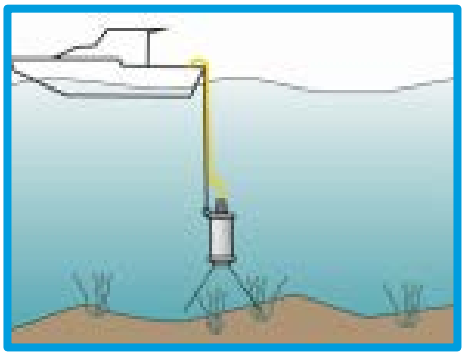
Para realizar estas inspecciones se emplea una cámara remolcada modelo Seaviewr con imagen en color de FullHD, e iluminación por 21 leds de luz blanca. Se ha remolcado la cámara con la embarcación de Gamaser, siguiendo los perfiles previamente planificados sobre el programa de navegación, enviando las imágenes del fondo marino a una pantalla de televisión, mediante circuito cerrado.



Cámara remolcada

Las imágenes son grabadas en DVR en una unida de cubierta compuesta por una maleta tipo Pelicase, con un monitor digital a color TFT LCD de 15´´ y grabador digital DVR incorporado y GPS integrado, con una batería de 12V 4A y cargador de batería.



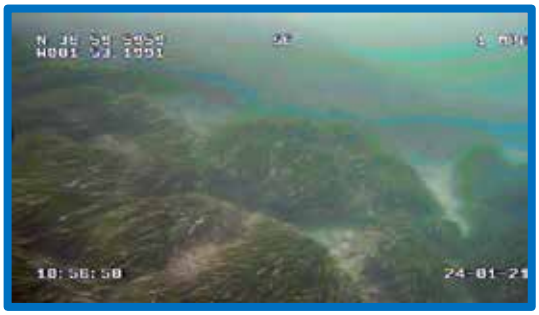
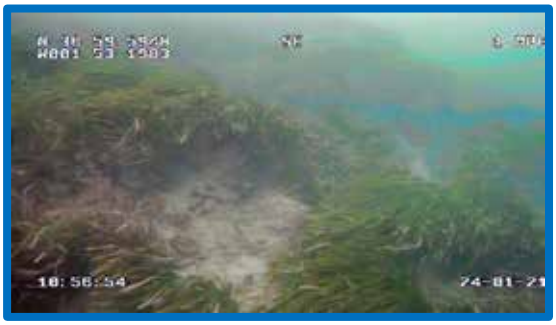


Tv submarina remolcada.

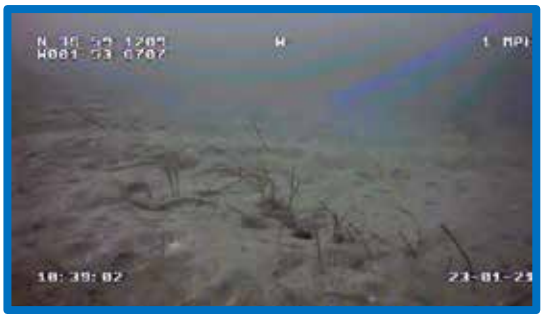
Entre la salida del equipo de filmación y el de grabación se instala un sistema de sobreimpresión, que mediante un software de generación propia permite presentar, en tiempo real, las coordenadas geográficas recibidas por el GPSD y los datos de profundidad del ecosonda (mediante entrada NMEA183) sobre la imagen grabada de video.

Mediante este sistema las posiciones geográficas obtenidas mediante el GPS integrado, la fecha y la hora, quedan grabados en el archivo obtenido, lo que permite una vez en el gabinete, la recomposición de los datos recopilados para su posterior representación gráfica.

Cámara de vídeo remolcada	*Ejemplo de datos registrados en la grabación*

Pradera de Posidonia oceanica sobre substrato rocoso



Detalle de una pradera de Cymodocea nodosa

Detalle de fondo de textura gruesa con agrupaciones de Peyssoneláceas.

Ejemplar de Cerianthus membranaceus

2.4.2.4. Integración de la información del SBL y de la cámara remolcada.

Los sonogramas obtenidos mediante SBL son procesados mediante software específico, obteniendo un mosaico georreferenciado de la zona de estudio. Una vez construido el mosaico sonográfico, se realiza un análisis del sonoplano para identificar los diferentes tipos de respuestas acústicas y marcar sus límites.

Las imágenes grabadas en los transectos con cámara submarina remolcada se visualizan y procesan en relación a las posiciones geográficas, anotando para cada FIX la tipología del sustrato y del poblamiento bentónico, así como una serie de parámetros necesarios para su caracterización.

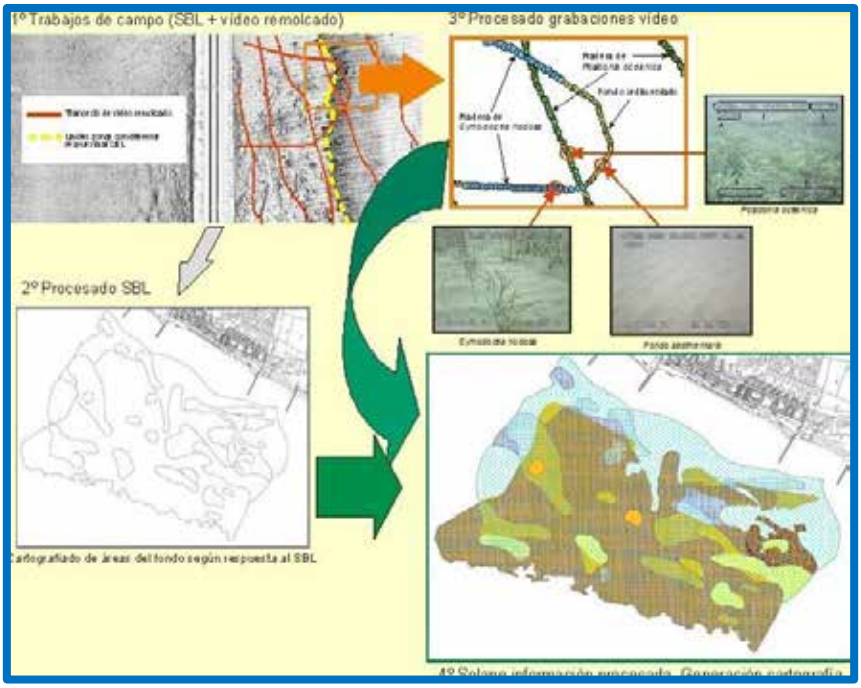
Todos estos datos son introducidos en una base de datos con sus correspondientes coordenadas geográficas, debidamente organizados y codificados para poder ser también representados en un plano digitalizado mediante el GIS.

El solapamiento de las bases cartográficas generadas para el SBL y para la cámara de vídeo remolcada permite generar una cartografía de las biocenosis bentónicas marinas de la zona de estudio.

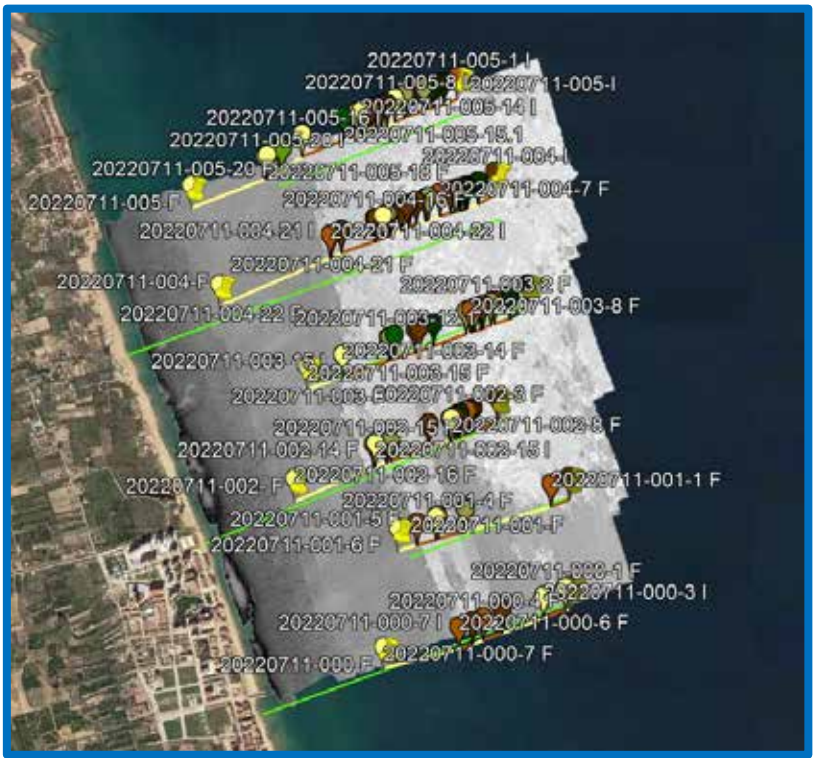
En el esquema se describe gráficamente el procedimiento. Todo el trabajo de integración se desarrolla sobre base cartográfica digital.

El proceso de análisis de la información obtenida se desarrolla a partir de la visualización de los recorridos completos. La georreferenciación de los recorridos de la cámara permite que, simultáneamente al visionado de los vídeos, se vaya incorporando la información extraída sobre la información existente respecto de la tipología de fondos

(backscatter y SBL). De esta forma se facilita la interpretación de los aspectos de interés, así como para clarificar algunos detalles de la tipología de substratos



Esquema de la integración de datos del SBL y de la cámara de vídeo remolcada.



Ejemplos de puntos de información/interpretación conjunta de sonar de barrido lateral y grabaciones con vídeo remolcado

Así mismo, de esta forma se consigue un mejor ajuste de los detalles extraídos del vídeo por ajuste con la posición geográfica del sonar. En las imágenes anteriores se muestra un ejemplo del análisis conjunto de ambas fuentes de información.

2.4.3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato identificados.

Con los datos digitalizados relativos a cada uno de estos aspectos, se confeccionan los planos de resultados de la situación y límites de las distintas tipologías de fondos y poblamientos, distinguiendo los sectores en los que las principales biocenosis presentan aspectos estructurales o de estados de conservación diferentes y remarcando el resto de los elementos de interés.

El proceso se realizado digitalizando directamente los límites y creando las capas correspondientes a cada aspecto detectado.

Con la metodología descrita, se dispone de la información sobre tipologías de substratos presentes en el fondo marino objeto de estudio. Así mismo, esa metodología también permite obtener información sobre la estructuración bionómica de biocenosis concretas que, en determinados casos y en función de los objetivos, puede ser suficiente no siendo, por tanto, necesario la ejecución de técnicas de muestreo más específicas.

3. RESULTADOS.

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

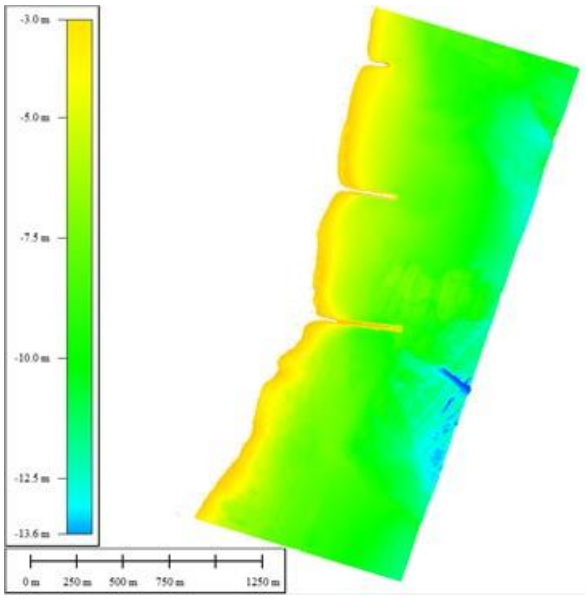
En el anejo 1 al final del presente informe, se adjuntan los planos topobatimétricos obtenidos.

3.1.1. Unión de resultados de la topografía y batimetría.

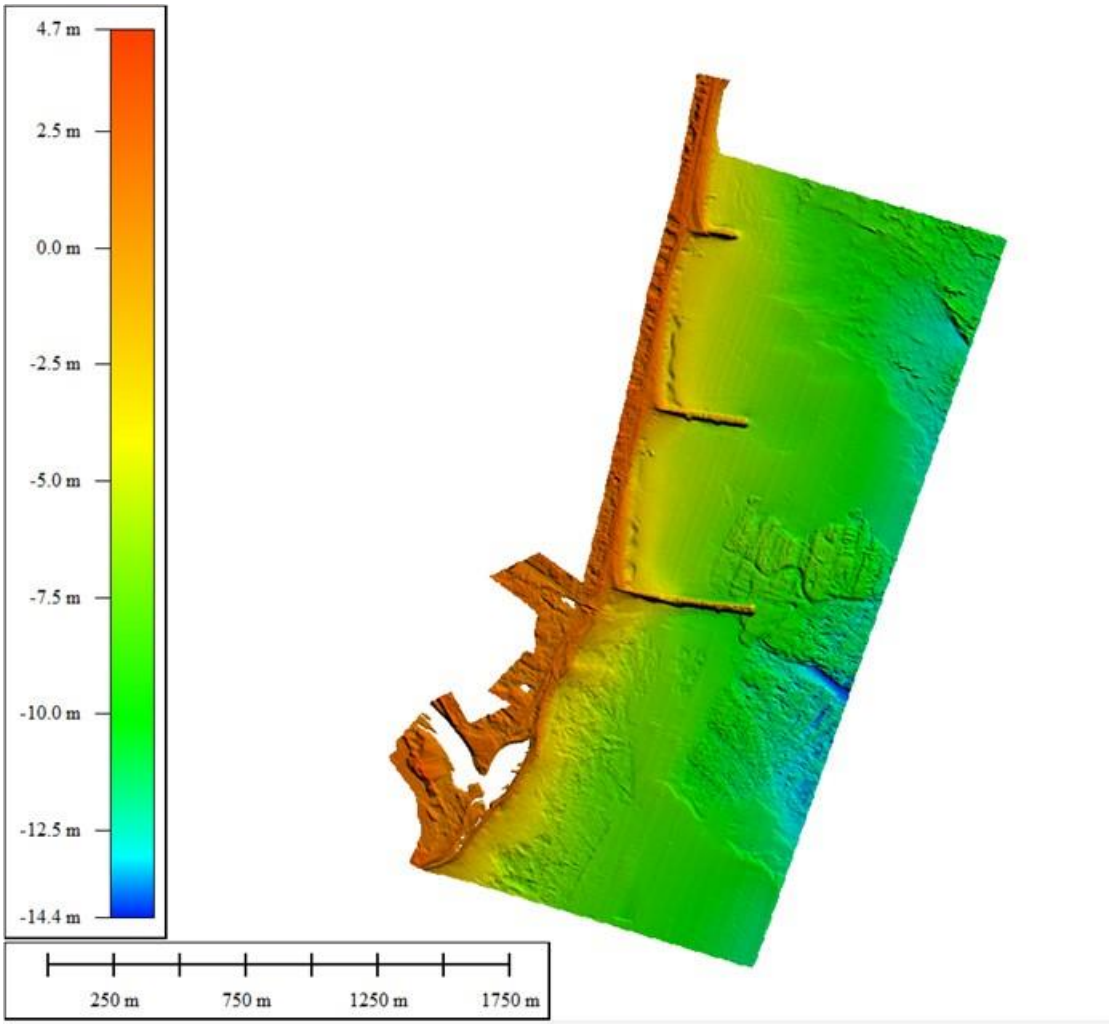
Se ha realizado un proceso de integración de todas las fuentes de datos para ofrecer un producto continuo topo batimétrico. El MDT topográfico, se ha unido a la Batimetría mediante los perfiles batimétricos en la costa, asegurando una proximidad suficiente entre ambas fuentes de datos para evitar errores de interpolación.

El resultado final de la unión de los datos topográficos y batimétricos es un archivo ráster georreferenciado con una resolución de 2 metros. Este producto integrado permite tener una representación continua y precisa del terreno tanto en la parte terrestre como en la parte marina, lo cual es de gran utilidad para el desarrollo de análisis y estudios posteriores en la zona de estudio.

Nube de puntos topográfica



Nube de puntos batimétrica

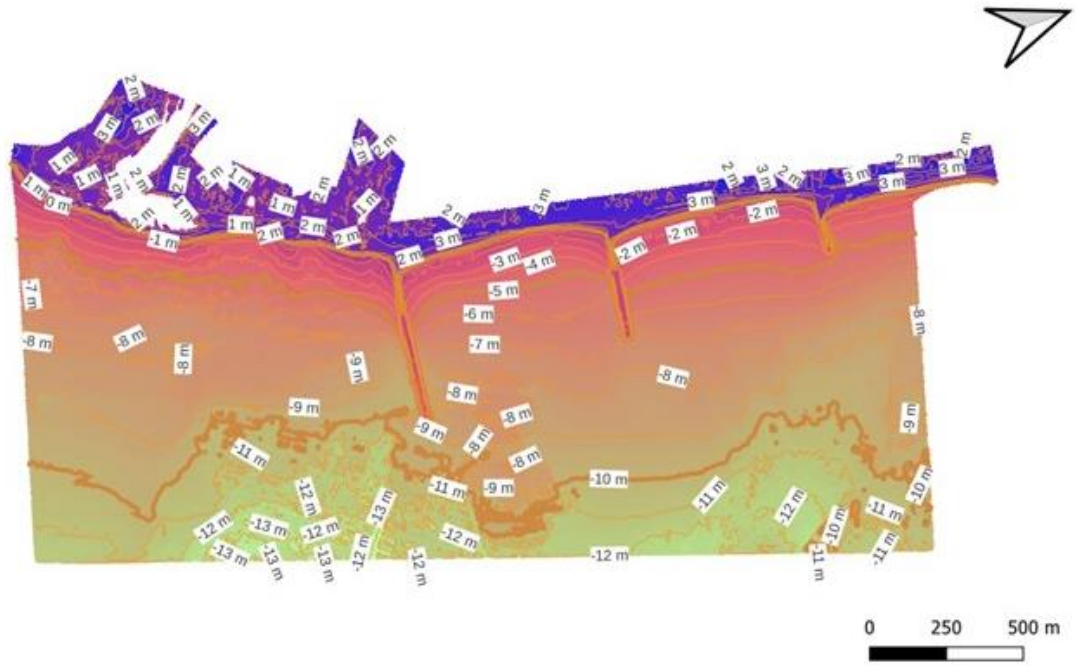


Ráster resultante de la unión

3.1.2. Curvas de nivel.

A partir del modelo digital continuo (MDE) obtenido, se han generado curvas de nivel con una equidistancia de 0.5 metros que cubren la totalidad de la zona de estudio en la playa de la Torre. También se han generado curvas cada 1 metro de cota para una representación más simple en planos.

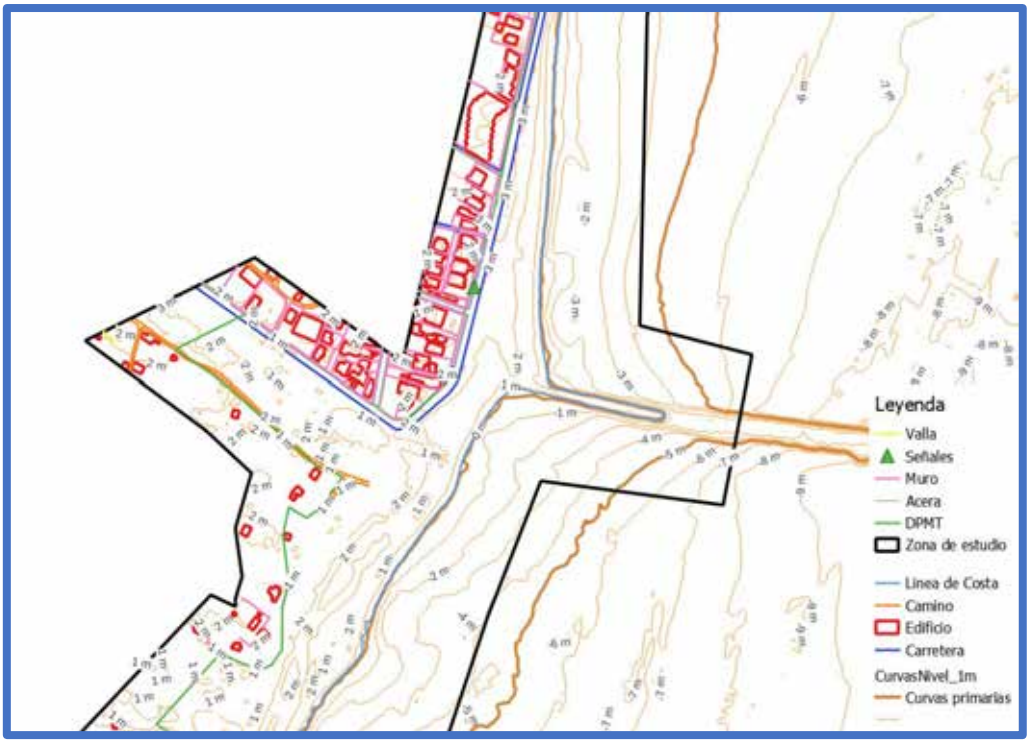
Las curvas de nivel generadas abarcan un rango de cotas que permite obtener una representación detallada de la variación de alturas en la zona estudiada. La equidistancia de 0.5 metros entre las curvas de nivel garantiza una alta precisión en la representación del terreno, lo que facilita la identificación de las características geomorfológicas, como pendientes, valles, cimas, y otros elementos del relieve.



Curvas de nivel con equidistancias de 1m sobre el MDS

3.1.3. Cartografía.

La cartografía se ha realizado a partir de la ortofoto y el Modelo Digital de Superficie (MDS). Se han definido las siguientes clases:



Detalle de la cartografía

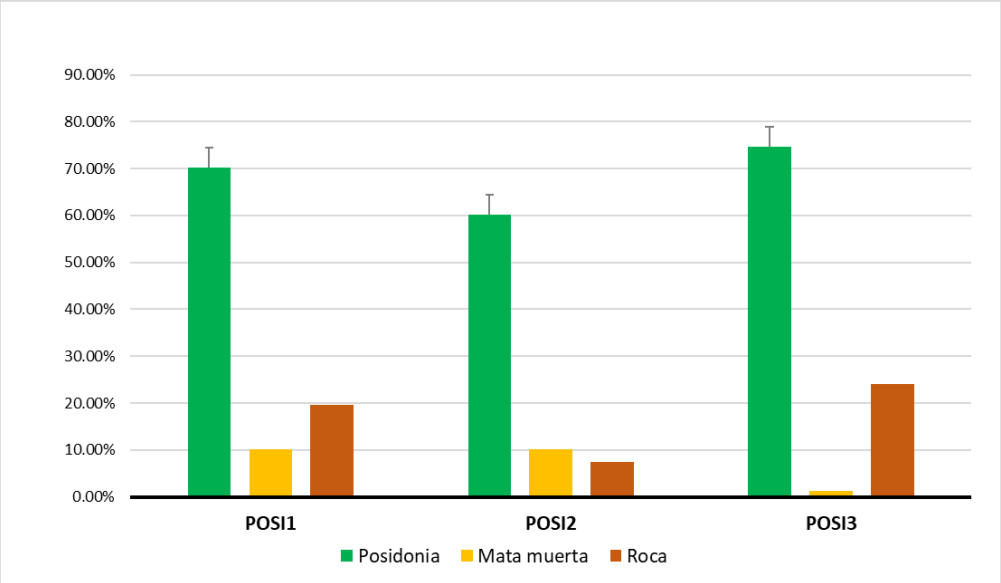
3.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS.

Los resultados obtenidos y que se describen a continuación, representan el estado de calidad ambiental de las zonas en las que se han localizado recubrimiento de *Posidonia oceanica*. Estos resultados no representan el estado global de la fanerógama a lo largo de la zona de estudio ya que como se detalla en el apartado 3.4 CARTOGRAFIADO BIONÓMICO, mayoritariamente se ha observado la presencia de zonas de Mata muerta indicando así un estado de franca regresión de la pradera.

3.2.1. Cobertura.

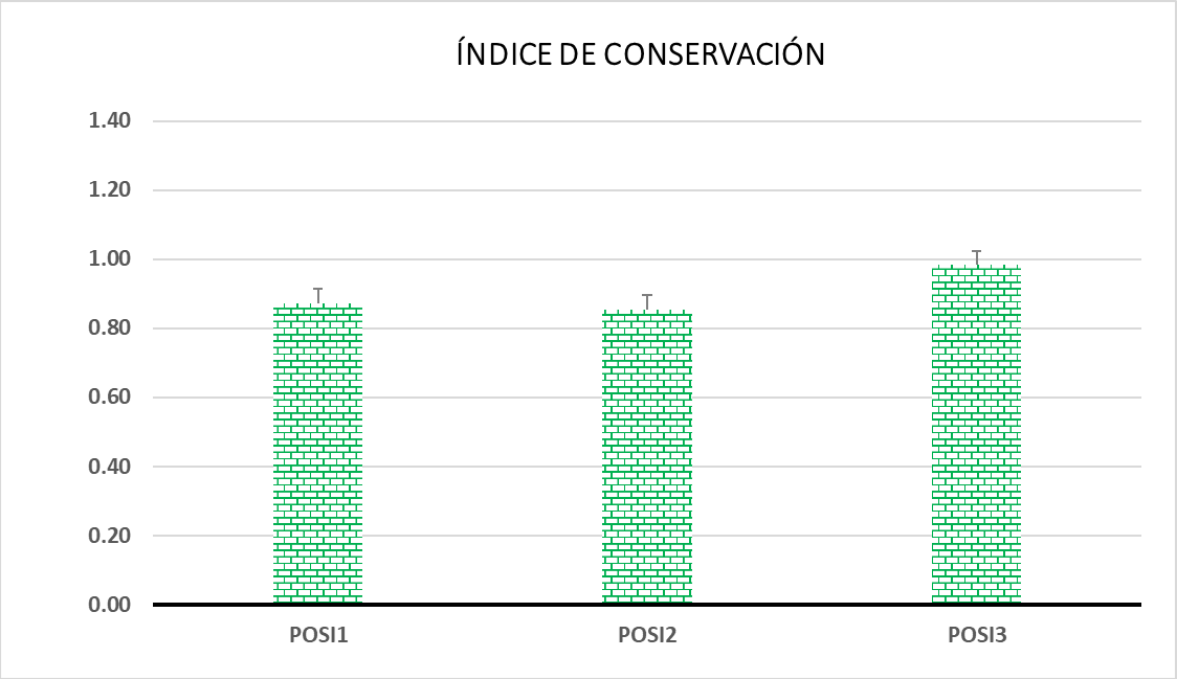
En la tabla siguiente se presentan los resultados de la medición de cobertura en cada una de las estaciones de muestreo. El valor reflejado en la tabla se corresponde con el valor medio de cobertura de cada estación considerando las mediciones obtenidas en cada uno de los transectos realizados.

Estación	Posidonia	Mata muerta	Roca
POSI1	70.23%	10.23%	19.54%
POSI2	60.21%	10.23%	7.55%
POSI3	74.58%	1.30%	24.12%



Distribución porcentual de las tipologías de substrato

En función de los valores porcentuales de pradera vive y mata muerta, se ha calculado el índice de conservación (IC) cuyos resultados se reflejan en la gráfica siguiente.



Como se observa, todos los valores de IC han sido superiores a 0.8 y, por tanto, se correspondería con un estado de conservación “Favorable”.

3.2.2. Densidad.

En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos de la medición de la densidad en las cuatro estaciones de muestreo.

Estación	Densidad (haces/m2)
POSI1	392
POSI2	415
POSI3	406

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que en todas las estaciones de muestreo la valoración del estado de la pradera, por lo que a este parámetro se refiere, y en base a la metodología descrita, se correspondería con la clasificación de estado “Favorable-normal”.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS.

En el anexo biológico se presenta el resultado del análisis taxonómico realizado a las 7 muestras extraídas en la zona de estudio.

Para cada especie se señalan el número de ejemplares existentes en cada muestra y para cada muestra se indica el valor de Abundancia (número de ejemplares presentes) y Riqueza específica (número de especies identificadas). La identificación taxonómica se ha realizado a nivel de macrobentos y principalmente centrado en los taxones de Poliquetos, Moluscos, Crustáceos y Equinodermos. En la nomenclatura taxonómica se ha seguido la clasificación de especies del WoRMS (World Register of Marine Species).

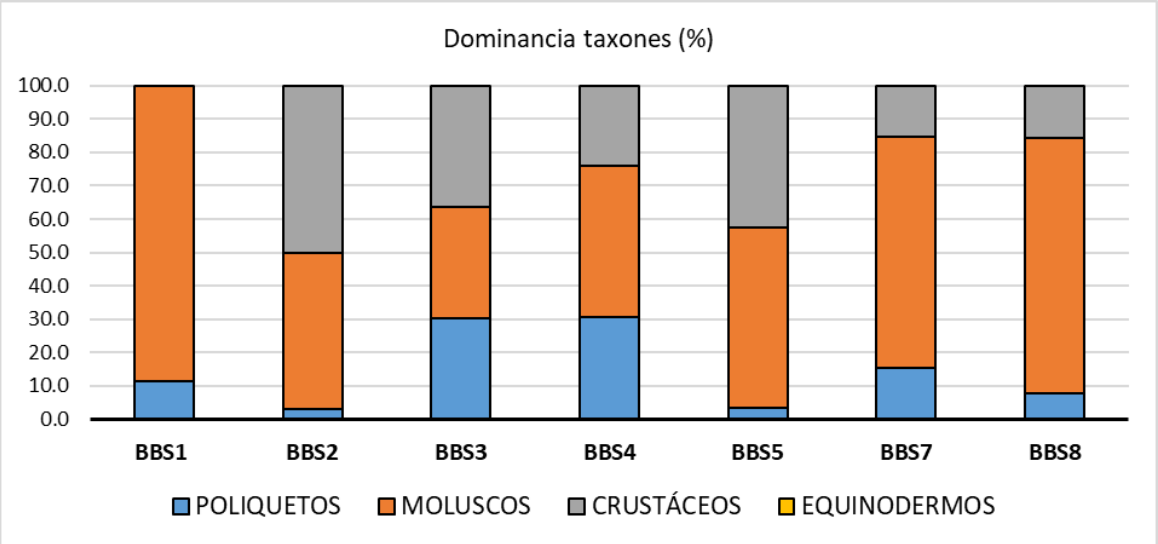
De las 7 muestras analizadas, se han recogido un total de 315 ejemplares, pertenecientes a un total de 61 especies de macroinvertebrados. Estas especies incluyen mayoritariamente moluscos, poliquetos, crustáceos y equinodermos.

3.3.1.1. Dominancia

En la tabla siguiente se muestra para cada muestra el valor de dominancia de los cuatro grupos taxonómicos principales en la estructuración del macrobentos sedimentario, a saber, moluscos, poliquetos, crustáceos y equinodermos.

Dominancia (%)	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
POLIQUETOS	11.54	3.13	30.30	30.67	3.53	15.38	7.89
MOLUSCOS	88.46	46.88	33.33	45.33	54.12	69.23	76.32
CRUSTÁCEOS	0.00	50.00	36.36	24.00	42.35	15.38	15.79
EQUINODERMOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Dominancia (%) de cada taxón en cada muestra



Dominancia (%) de cada taxón en cada muestreo

Los valores obtenidos muestran que el taxón de los moluscos es el que mayor representación tiene en todas las muestras analizadas, derivado de la presencia de un mayor número de ejemplares, en particular de las especies *Chamelea gallina, Abra alba, Alvania cimex, Dosinia lupinus y Alvania unica*. Considerando todas las muestras analizadas como un solo poblamiento, estas especies representan, respectivamente, el 11.27%, 8.53%, 4.75%, 4.24% y 4.14% de todo el poblamiento bentónico. Es decir, conjuntamente representan el 38.07% de todo el poblamiento macrobentónico.

En segundo lugar se encuentra el grupo de los crustáceos, derivado de la abundancia de la especie *Monocorophium spp., Apseudopsis latreillii y Eurydice pulchra*. En el resto de las muestras, los crustáceos son el tercer taxón en valores de dominancia.

Por su parte el grupo de los poliquetos en donde las especies *Magelona papillicornis* y *Pholoe minuta* son las principales especies por porcentaje de representación.

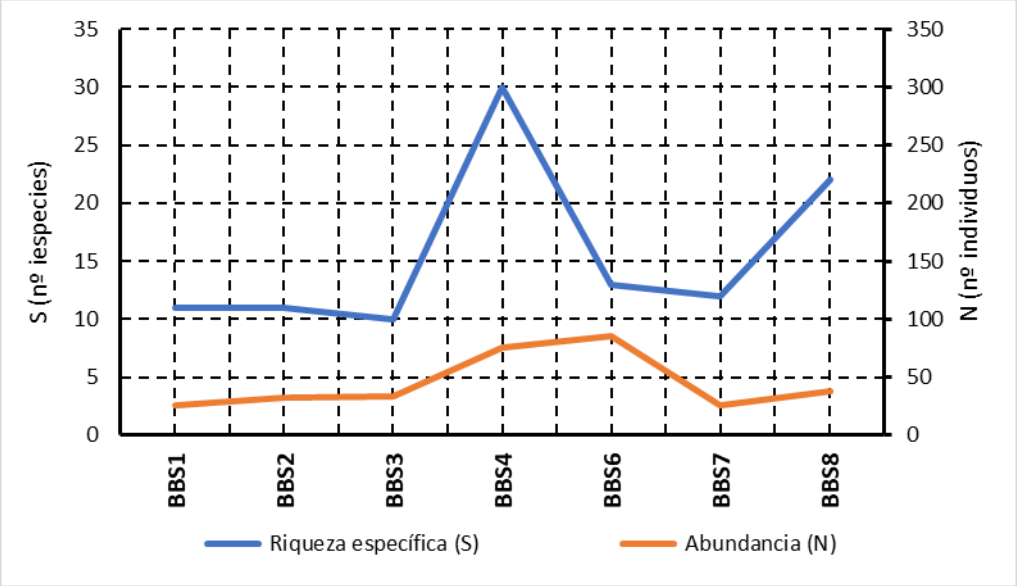
3.3.1.2. Parámetros estructurales

En la tabla siguiente se presentan los valores de diferentes estadísticos referidos, en este caso, a cada una de las muestras.

Estación muestreo	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)
BBS1	11	26	0.8832	2118
BBS2	11	32	0.8196	1965

Estación muestreo	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)
BBS3	10	33	0.8577	1975
BBS4	30	75	0.8991	3058
BBS5	13	85	0.7593	1947
BBS7	12	26	0.886	2201
BBS8	22	38	0.939	2901

Valores de los principales estadísticos de caracterización de las muestras (S: riqueza específica; N: abundancia; J': índice de Pielou; H': índice de diversidad de Shannon)

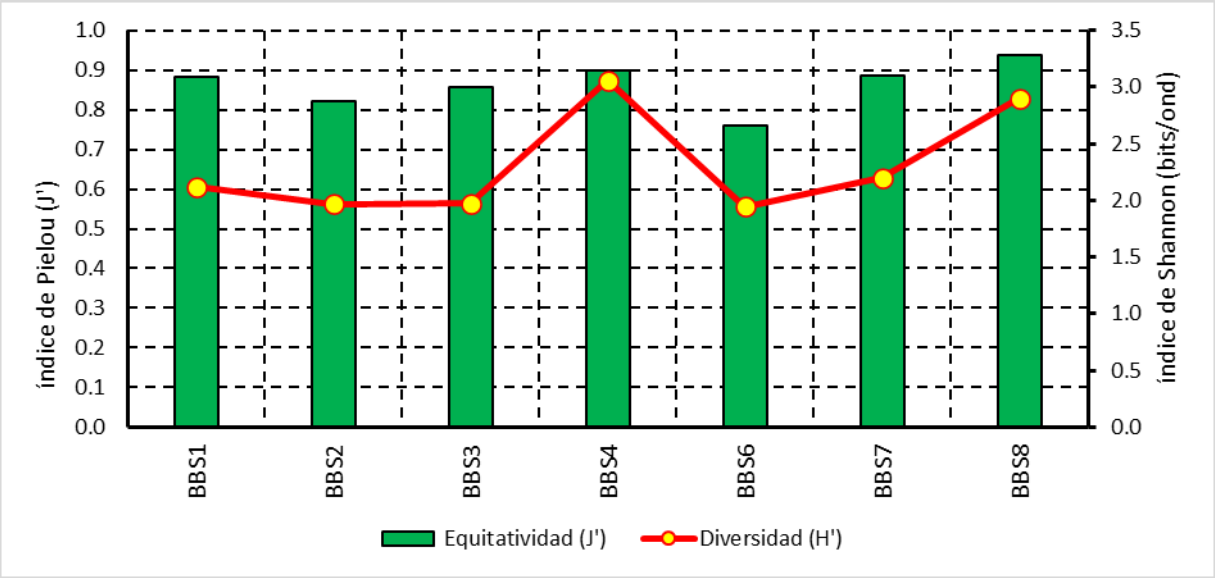


Representación conjunta del número de ejemplares (abundancia) y del número de especies (riqueza específica) en cada muestra.

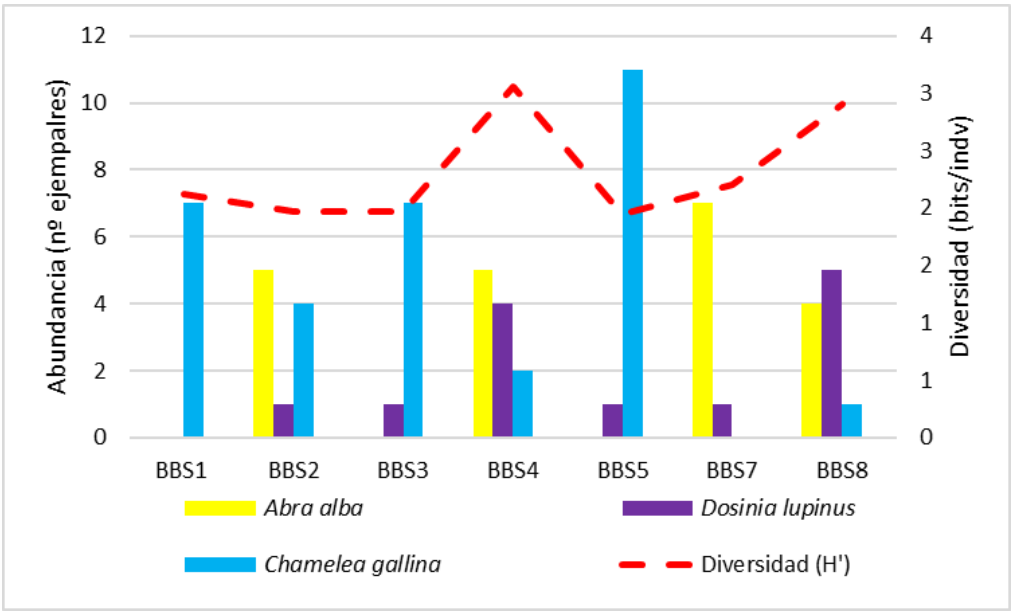
La riqueza específica oscila entre un valor mínimo de 11 especies en las muestras BBS1 y un máximo de 30 en la estación BBS4. Es decir, una diferencia de 22 especies, que resulta significativa desde el punto de vista ambiental y que, por tanto, mostraría una clara diferencia de la estación BBS4 con respecto al resto de estaciones.

En el caso de la Abundancia se detecta un valor máximo de 85 ejemplares en la muestra BSS6 y un valor mínimo 26 ejemplares en BSS1 y BSS7.

En la gráfica siguiente se representan los valores del índice de diversidad de Shannon (H') y del índice de Pielou (J').



Como se observa en la gráfica siguiente el valor del índice de diversidad (H’) presenta una clara correlación con los valores de abundancia de las especies de moluscos que dominan el poblamiento bentónico, en particular con *Chamelea gallina* y *Dosinia lupinus*.



En estos casos la elevada abundancia relativa de alguna de esas especies presentes en el poblamiento otorga una cierta homogeneidad al mismo, lo que incide negativamente sobre el valor del índice de diversidad.

Esta correlación positiva se constata también a partir de los valores del índice de Pielou (J’). Este índice representa la uniformidad (equitavidad) en la distribución numérica entre las diferentes especies del conjunto estudiado. Los valores cercanos a 1 se corresponden con una buena estructuración del poblamiento.

En el caso del índice de Pielou, los valores más cercanos a 1 se obtienen en las estaciones de muestreo BS1 y BS3, mostrando una mejor estructuración del poblamiento bentónico. Como en el caso del índice de diversidad, los elevados valores de abundancia relativa de alguna de las especies es la responsable de que en BS0, BS2 y BS4 el valor sea más reducido.

3.3.1.3. Análisis de agrupamientos

El análisis de agrupamiento entre las muestras, basado en la distancia euclídea y mediante el software Primer, considerando los valores de dominancia, da como resultado el siguiente diagrama clúster.

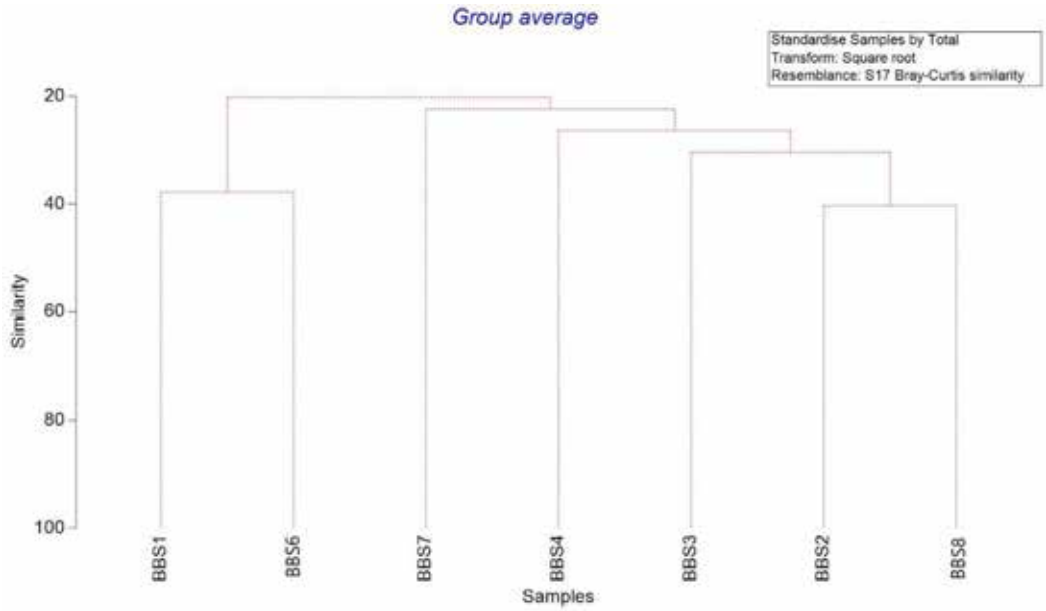


Diagrama clúster de similitudes entre las muestras (matriz abundancia).

El resultado del análisis clúster muestra un porcentaje de similitud bajo entre todas las muestras. Aunque el poblamiento en todas las muestras es muy similar entre ellas por lo que respecta a las especies más relevantes del poblamiento, la proximidad de las estaciones de muestreo a zona con recubrimientos vegetales, o a zonas de mata muerta

de *Posidonia oceanica*, o a zonas con presencia de coralígenos, da lugar a que se localicen especies más propias de esas interacciones que del substrato sedimentario en concreto.

El resultado del análisis SIMPER, permite identificar que el poblamiento conjunto de la zona de estudio se caracteriza por las especies *Chamelea gallina, Dosinia luoinus, Alvania cimex, Ttitia varicosa, Apseudopsis latrerillii* y *Abra alba*, ya que estas especies suponen el 70.11% del poblamiento bentónico de la zona de estudio.

3.3.1.4. Adscripción bionómica

A partir de los resultados granulométricos, de la identificación taxonómica y del análisis de similitudes, se puede concluir que todas las muestras analizadas se corresponderían con una adscripción bionómica de *Comunidad de las Arenas finas con Chamelea gallina*.

Conforme a los datos disponibles en el Estudio *Ecocartográfico del litoral de la provincia de Castellón (MAGRAMA, 2010)* la zona objeto del presente estudio se corresponde con la Comunidad de las Arenas finas bien calibradas, que se corresponde con el poblamiento identificado en el presente estudio.

Aplicando la clasificación de hábitats desarrollada en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[15] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)*[16], se puede concluir que los hábitats presentes en la zona de estudio se corresponderían con el denominado *Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales* (código hábitat: 030402) y en particular:

- Con el subhábitat de *Arenas finas infralitorales bien calibradas* (Código hábitat: 03040220), en la zona representada por el resto de estaciones de muestreo.

En consecuencia, se puede concluir que la caracterización del poblamiento bentónico de fondos sedimentarios presente en la zona de estudio mantiene la misma

15 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.
16 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

estructuración bionómica que se identificó en 2007 con el desarrollo del *Estudio Ecocartográfico del litoral de las provincias de Alicante y Valencia.*

3.3.1.5. Valoración ambiental de los poblamientos

Atendiendo a los indicadores biológicos aceptados para el Mediterráneo occidental en el RD817/2015[17], se va a aplicar en el presente caso el índice MEDOCC.

Como se ha desarrollado en el apartado de metodología, el índice MEDOCC se basa en la capacidad de respuesta de las especies de macrobentos a las alteraciones ambientales naturales o antropogénicas. El índice se basa en la clasificación de las especies de macroinvertebrados en 4 grupos ecológicos en función de su sensibilidad/tolerancia al enriquecimiento orgánico y se calcula conforme a la siguiente expresión:

$$MEDOCC = [(0x\%GI)+(2x\%GII)+(4x\%GIII)+(6x\%GIV)]/100$$

Atendiendo a la base de datos de especies y su respectiva clasificación en los diferentes grupos ecológicos o grupos tróficos desarrollada por el laboratorio de AZTI[18] para el cálculo del índice AMBI[19] y que se va actualizando periódicamente (última actualización: 2019), se obtiene que en las muestras objeto del presente estudio el porcentaje de los diferentes grupos es el siguiente:

Estación muestreo	Grupos ecológicos				
	GI	GII	GIII	GIV	GV
BBS1	66.67	28.57	4.76	0.00	0.00
BBS2	59.38	9.38	31.25	0.00	0.00
BBS3	81.82	9.09	9.09	0.00	0.00
BBS4	43.08	24.62	24.62	3.08	4.62
BBS5	46.25	5.00	46.25	2.50	0.00
BBS7	34.78	34.78	30.44	0.00	0.00
BBS8	62.50	6.25	28.13	3.13	0.00

Porcentaje en cada muestra de los grupos ecológicos considerados para el cálculo de índice AMBI.

17 Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
18 www.azti.es
19 BORJA, A.; MUXICA, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTOI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin 50, 787-789.

Recordar en este punto que se consideran oportunistas a aquellas especies que se presentan adscritas en la tabla anterior a los grupos ecológicos GIV y GV. En el índice MEDOCC, estas dos categorías se incluyen en una sola (GIV). Los resultados del cálculo del índice MEDOCC se presentan en la tabla siguiente.

Estado ecológico	MEDOCC	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6	0,76	1,44	0,55				1,44
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2				1,94	2,10	1,91	
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8							
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5							
Malo	5.5<MEDOCC<6							

Correspondencia entre los valores del índice MEDOCC y la valoración del estado ambiental

Como se observa, los resultados obtenidos se corresponden con un estado ambiental entre "Bueno" y "Muy bueno" para todas las muestras.

En la tabla siguiente se muestra la transformación de los datos del índice MEDOCC a los rangos de valoración EQR tal como vienen definidos en el RD817/2015 (op.cit.).

Conforme a la clasificación de las masas de aguas superficiales costeras del RD 1/2016[20] la zona de estudio se localiza en la masa de código *Cabo de Oropesa-Burriana* (código de masa de agua: C004) y se corresponde con una tipología AC-T01 (*Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas*).

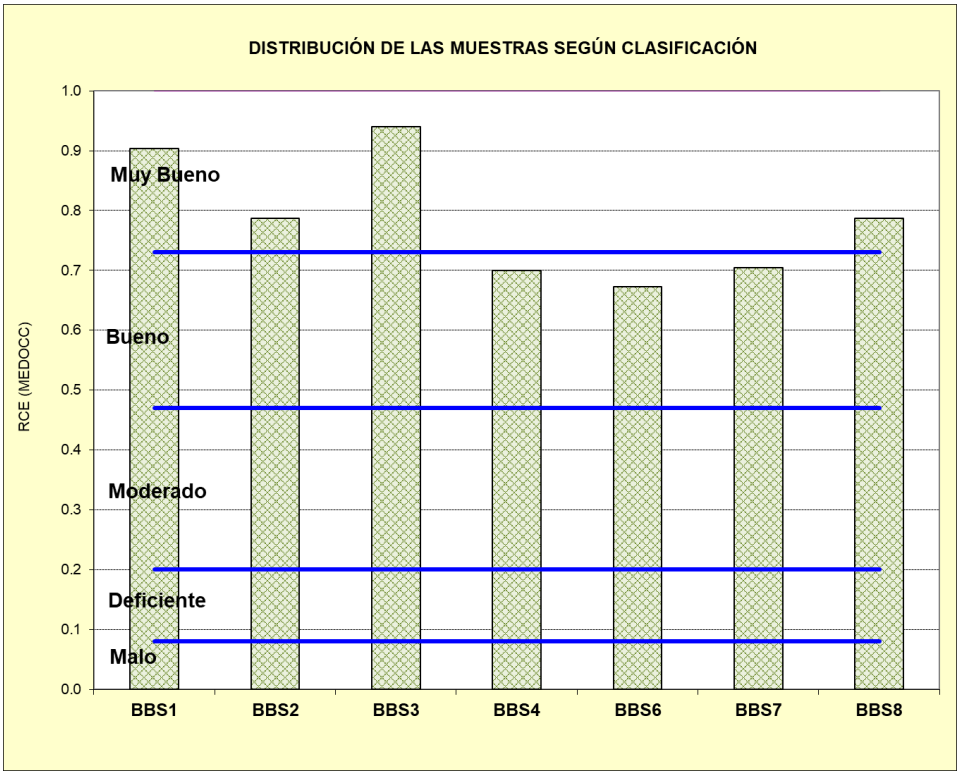
De esta forma, aplicando los valores del índice MEDOCC asignados al tipo de masa de agua costera natural AC-T01, se obtiene que la clasificación del estado de calidad ambiental que se obtiene a partir de las muestras analizadas se corresponde con los valores de la siguiente tabla.

Estados de calidad ambiental	Valor EQR	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	EQR > 0.73	0,90	0,79	0,94				0,79
Bueno	0.73 < EQR < 0.47				0,70	0,67	0,70	
Mediocre	0.47 < EQE < 0.20							

[20] *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.*

Estados de calidad ambiental	Valor EQR	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08							
Malo	EQR < 0.08							

Clasificación del estado ambiental a partir del índice MEDOCC.



Histograma de clasificación de las muestras conforme al índice MEDOCC.

Como se observa, los resultados obtenidos muestran que toda la zona de estudio se correspondería con estado ambiental entre BUENO y MUY BUENO.

3.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO.

Como se ha señalado anteriormente, la prospección realizada se ha basado en dos metodologías, el sonar de barrido lateral y transectos con cámara de vídeo remolcada. El proceso de análisis de la información obtenida se desarrolla a partir de la visualización de los recorridos completos.

3.4.1. Investigación y resultados del sonar de barrido lateral

Una vez revisados los registros obtenidos por el SBL se procedió al análisis de la zona de estudio y a la realización de un mosaico digital en formato fotográfico del fondo marino a lo largo de la zona de estudio. La construcción de los planos mosaico se realizó

a partir de los datos digitales obtenidos en campo. Los datos fueron procesados en conjunto disponiendo de varias líneas de investigación georeferenciadas en un mismo plano con un solape determinado entre ellas. En el procesado, se comprobó que el layback y offset del sonar con respecto al barco había sido realizado durante la toma de datos.

Una vez realizado el mosaico digital del SBL se procede a su interpretación mediante las diferentes reflectividades obtenidas en los sonogramas. La combinación de todos los equipos utilizados en la campaña y su interpretación ha facilitado la identificación de varias morfologías marinas.

Se han detectado una serie de morfologías, los cuales son las más representativos del área mediterránea:

1. Fondo de guijarros infralitorales en la zona ubicada más al sur, desde los primeros metros hasta los -8 m de profundidad.

2. Fondos de arenas finas, que se extienden por la zona costera entre los 0 y -10m de profundidad.

3. Tanatocenosis de *Posidonia oceanica* desde los -5m de profundidad hasta los -25m

4. Fondos con presencia de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta entre aproximadamente la cota de -10m y la de -15m.

5. Fondos de roca con coralígenos, localizados a lo largo de la zona de estudio entre las cotas batimétricas de -14m a -20m, observándose estructuras más desarrolladas en la zona norte.

6. Presencia de recubrimientos laxos de *Cymodocea nodosa* en la zona sur y norte entre los -7 y -13m de profundidad.

3.4.2. Prospección con cámara de vídeo remolcada.

La georreferenciación de los recorridos de la cámara permite que, simultáneamente al visionado de los vídeos, se vaya incorporando la información extraída sobre la información existente respecto de la tipología de fondos (backscatter y SBL). De esta

forma se facilita la interpretación de los aspectos de interés, así como para clarificar algunos detalles de la tipología de substratos.

El visionado de los vídeos ha permitido ir detectando o identificando distintas tipologías del fondo de la zona de estudio, así como otras características centradas principalmente en la detección e identificación de los recubrimientos de fanerógamas marinas presentes.

De los resultados obtenidos se obtiene que en la zona de estudio se diferencian las siguientes tipologías principales de fondo:

1. Fondo sedimentario.
2. Substrato duro coralígeno. En la zona de estudio esta tipología, por las imágenes de video analizadas se corresponde en su totalidad con zonas se substrato duro colonizado por concrecionamientos de algas fotófilas.
3. Presencia de *Cymodocea nodosa*.
4. Mata muerta de *Posidonia oceanica*.
5. Mata muerta con distintos grados de sedimentación
6. *Posidonia oceanica*
7. Substrato sedimentario de guijarros y bloques.

A continuación, se desarrolla una descripción de los fondos marinos de la zona de estudio a partir del análisis de las imágenes de vídeo.

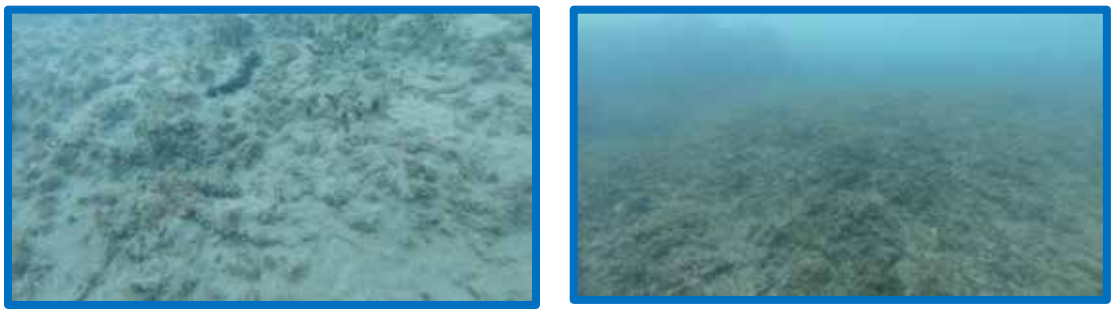
En la zona más costera del área de estudio, desde los -0m hasta los -5m y -10m de profundidad se ha observado un fondo sedimentario de arena.

Zona sedimentaria

En la zona más al sur y la zona norte entre los -7m y -13m de profundidad, se detecta la presencia de *Cymodocea nodosa* en forma de haces dispersos o en concentraciones de muy baja densidad.

Cymodocea nodosa

A partir de las profundidades en torno a -5m se ha delimitado una zona de Mata muerta o Tanatocenosis de *Posidonia oceanica.*



Mata muerta

Esta tipología es la más representada a lo largo de la zona de estudio, ya que con distintos grados de enterramiento supone la mayor parte del fondo marino cartografiado. De las imágenes de video obtenidas y las inmersiones realizadas se ha podido observar cómo los restos de la antigua pradera de *Posidonia oceanica*, han sido enterrados a consecuencia de distintos procesos de sedimentación.

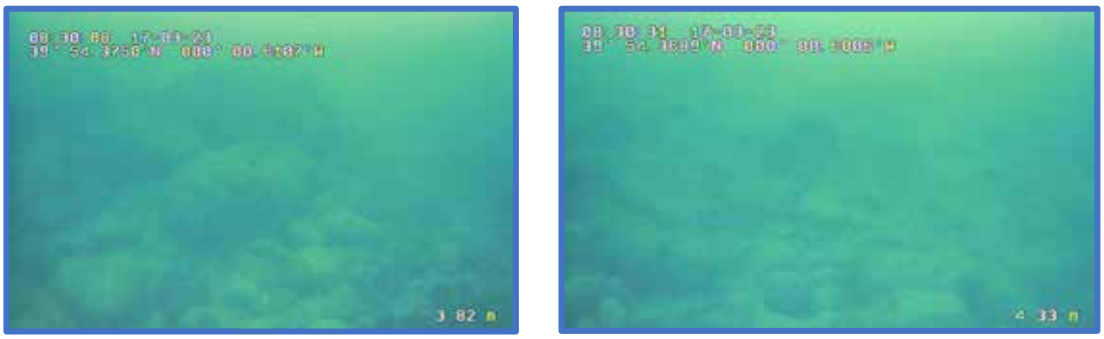
Las zonas *Posidonia oceanica* se han observado en zonas aisladas entre las profundidades de -10m y -25m, si bien con presencia de cubetas y canales sedimentarios de diversos tamaños.

Posidonia oceanica sobre mata muerta

Alrededor de las zonas delimitadas como tanatocenosis de *Posidonia oceanica* se han observado zonas de afloramientos rocosos, que se han clasificado como zonas de substrato duro coralígeno y que en su mayoría se encuentran recubiertos por algas fotófilas (*Udotea flabellum* y *Sphaerococcus coronopifolius).*

Substrato duro

En la zona sur, destaca la presencia de un fondo rocoso con acúmulos de guijarros desde la línea de costa hasta los -5 m de profundidad.



Guijarros

3.4.3. Tratamiento de datos. Integración de la información.

Con la metodología descrita, se dispone de la información sobre tipologías de substratos presentes en el fondo marino objeto de estudio. Así mismo, esa metodología también permite obtener información sobre la estructuración bionómica de biocenosis concretas que, en determinados casos y en función de los objetivos, puede ser suficiente no siendo, por tanto, necesario la ejecución de técnicas de muestreo más específicas.

En aquellos casos en los que la prospección con sonar de barrido lateral no ha podido llegar hasta la costa dada la poca profundidad del fondo marino, se ha complementado el trabajo mediante el uso de fotografía aérea georreferenciada.

Con toda la información obtenida mediante las técnicas descritas y mediante herramientas de cartografía digital, se elabora la cartografía bionómica de los fondos marinos de la zona de estudio. En la descripción de los hábitats presentes en la zona de estudio se ha seguido la clasificación de hábitats presente en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[21] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)* [22].

Los resultados del estudio e interpretación de los datos obtenidos de las actividades descritas en los apartados anteriores se presentan tanto en formato digital como en formato papel. Este último se presenta en el anejo 2 al final del presente informe.

En función de los objetivos del presente trabajo, como resultado de las actividades desarrolladas se han diferenciado 6 tipologías de fondo, a saber:

1. Fondo sedimentario
2. Fondo de guijarros infralitorales
3. Substrato duro

21 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.

22 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

4. Mata muerta de *Posidonia oceanica*

5. Pradera de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta

6. Presencia de *Cymodocea nodosa*

Los fondos sedimentarios se corresponderían con el resto de la zona de estudio, conformándose como el hábitat más extendido en la zona de estudio. Conforme a la clasificación de hábitats presente en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[23] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)* [24], esta zona se clasificaría como *Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales* (código hábitat: 030402) y en particular con el subhábitat de *Arenas finas infralitorales bien calibradas* (Código hábitat: 03040220).

Sobre el substrato rocoso se observa un recubrimiento algal típico de comunidades de algas fotófilas, si bien conforme a la complejidad orográfica de este tipo de substratos se detecta la presencia de enclaves hemifotófilos y esciáfilos en las zonas de cornisas y extraplomos donde la iluminación es menor. En cualquier caso, por su mayor relevancia en el entorno, los recubrimientos algares presentes sobre el substrato rocoso se correspondería con el hábitat de la Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con *Padina pavonica* y *Halopteris scoparia* (0301021701).

Parte del substrato duro observado se ha clasificado como mata muerta de *Posidonia oceanica,* en su mayoría semienterrada. Atendiendo al Inventario de hábitats, se ha clasificado esta tipología de fondo como Mata muerta de *Posidonia oceanica* (03051203).

Dentro de la tipología de pradera de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta se incluyen los fondos marinos que tanto a partir del estudio detallado de los sonogramas como de las exploraciones con cámara remolcada permiten diferenciar a lo lardo del área de estudio, zonas de recubrimientos muy laxos en las cotas menos profundas y zonas de

23 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.
24 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

pradera conforme aumenta la profundidad. Conforme al Inventario de hábitats esta zona se correspondería con el hábitat Praderas de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta (3051201).

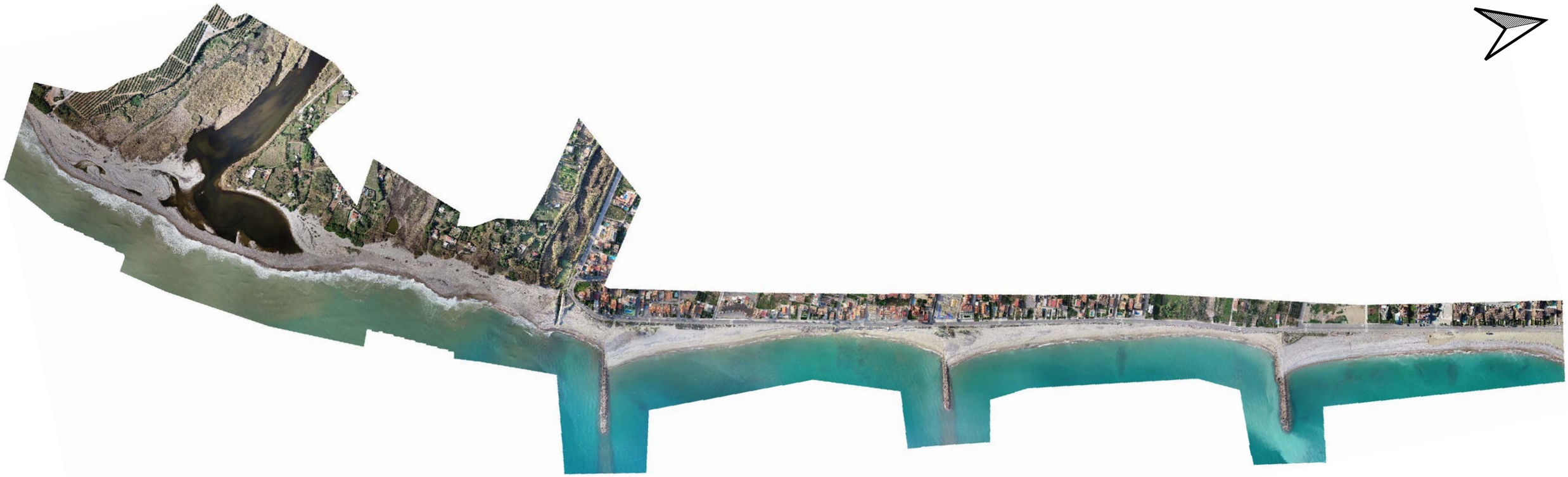
Por lo que respecta a la presencia de *Cymodocea nodosa*, ésta se ha detectado puntualmente en la zona más al sur, entre -10m y -13m y sobre fondo sedimentario sin haber apreciado continuidad entre ellas. Los recubrimientos detectados presentan haces muy dispersos o en concentraciones de muy baja densidad. Por tanto, no configuran una pradera de Cymodocea nodosa como tal, pero a efectos cartográficos y dada la importancia de esta especie, se ha decido enmarcar en la cartografía las zonas en las que este tipo de recubrimiento se ha identificado. Viene denominada como Praderas de *Cymodocea nodosa* de zonas abiertas profundas, sobre arenas (030509).

4. EQUIPO DE TRABAJO

Función	Nombre	Titulación
Dirección de los trabajos	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
Responsable Área Medio Marino	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas
		Máster Sanidad Medioambiental
Equipo de laboratorio	Carina Gonzalez Taboas	Lda. Químicas
	Guadalupe Sastre Salas	Lda. CC Biológicas
	Bibiana Pérez Cabo	Lda. Químicas
Equipo de trabajos en medio marino	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo. CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas, Máster Sanidad Medioambiental
	Mar Nieto Pérez	Grado Ciencias del Mar
		Buzo profesional
		Máster Evaluación y Seguimiento de Ecosistemas Marinos y Costeros
	Guadalupe García Blanco	Grado Biología
		Buzo profesional
		Máster en Biología Marina
Equipo trabajo topo-batimetría y GIS	José María Castello Moreno	Técnico Topografía
	Luis Carrasco Lucas	Grado en Ingeniería geomática y topografía
	Feliciano Martínez Gónzalez	Ldo. CC Geológicas
	Miguel Navarro Aranda	Ldo. CC Geológicas
Estudio de Paisaje	Sandra Recio Berenguer	Grado en Geografía y Medio Ambiente
		Máster Gestión recursos hídricos
	Josep Salort Escrivá	Grado en CC Ambientales
Arqueología subacuática	Jorge Blazquez Martínez	Grado en Geografía e Historia
		Máster en Arqueología

5. ANEJOS.

Anejo 1. Planos topobatimétricos



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

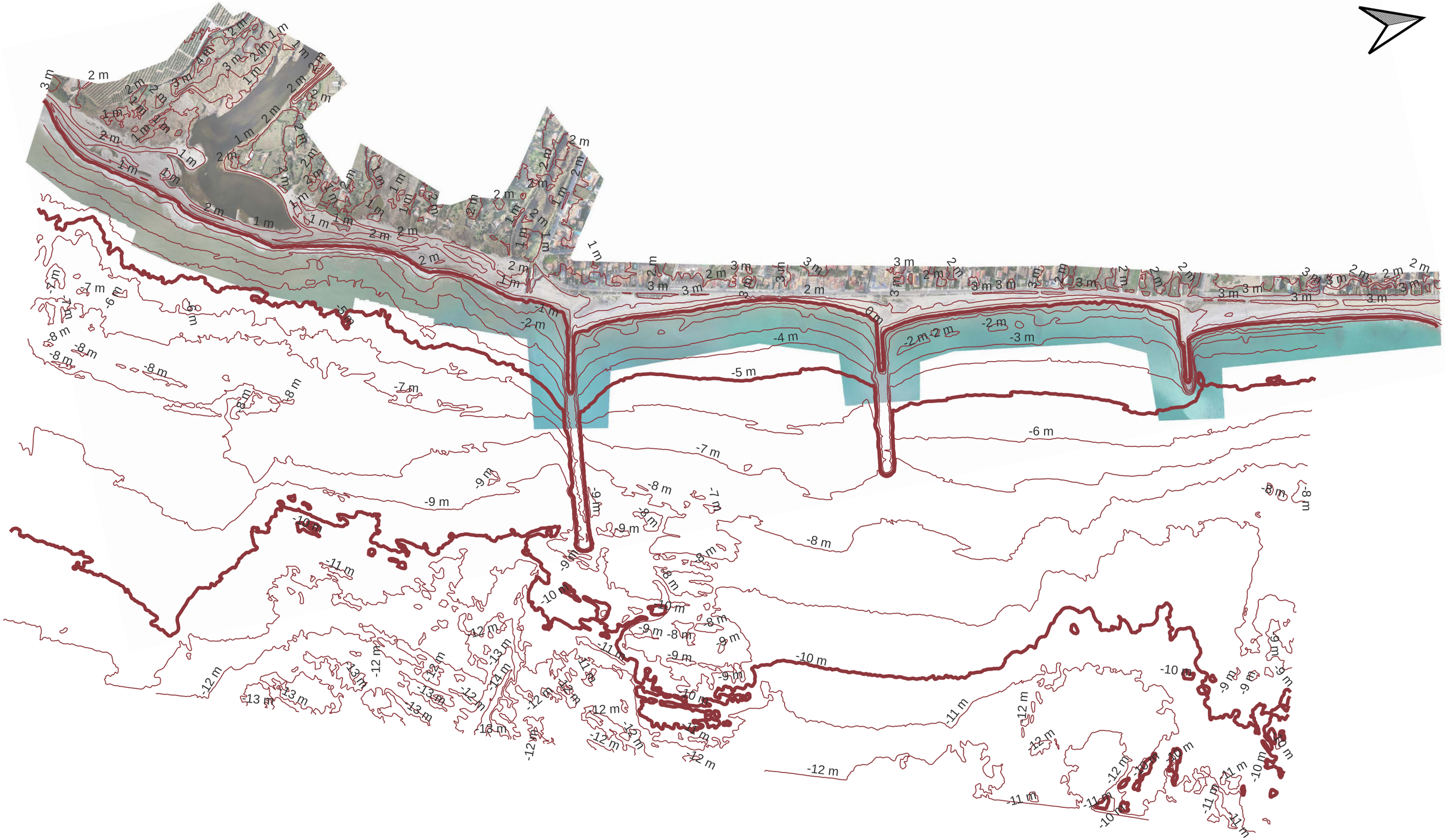
2023

Título plano:

ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL

ESCALA 1:8000 (A3)

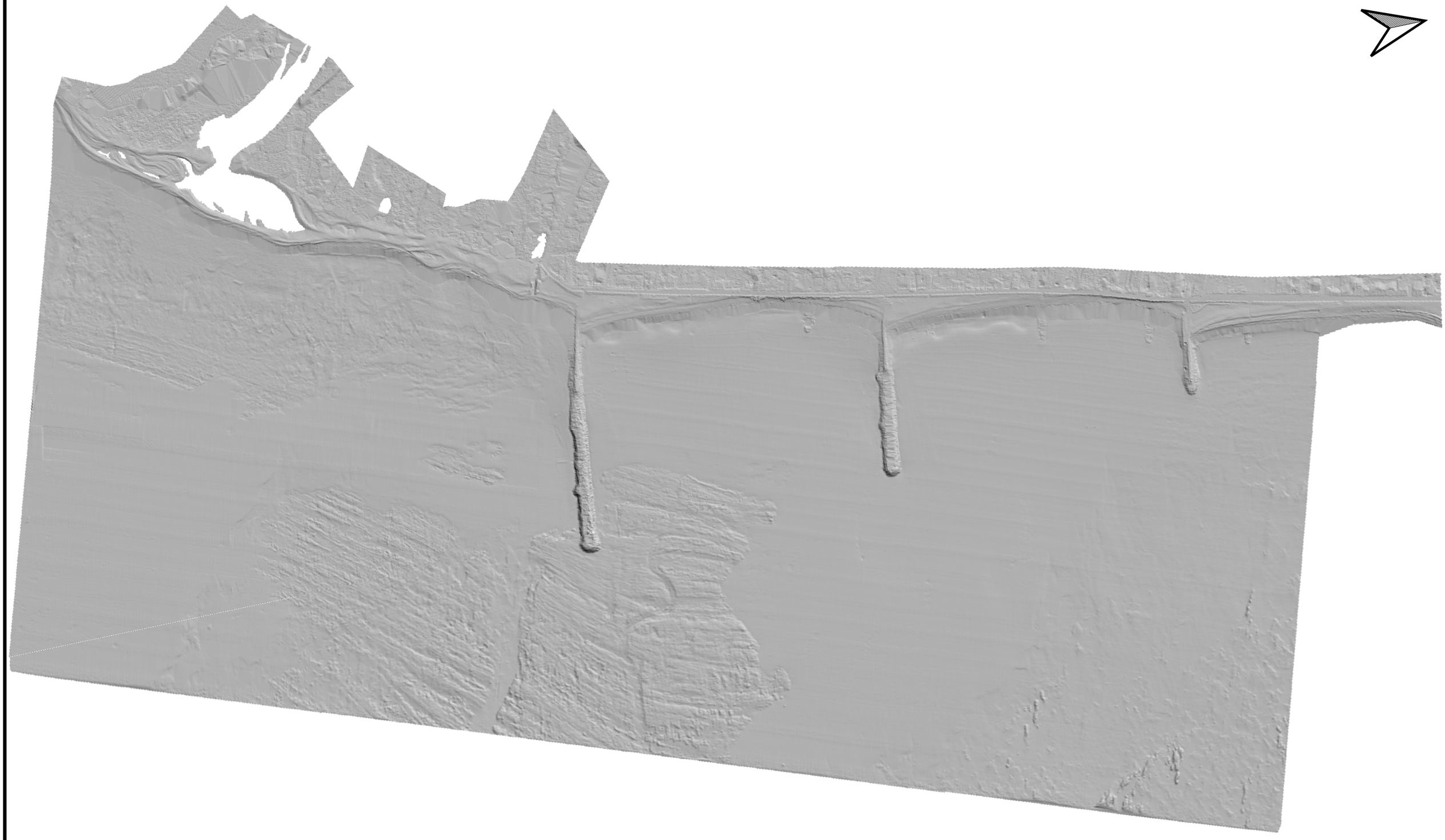
0 150 300 450 600 m



gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

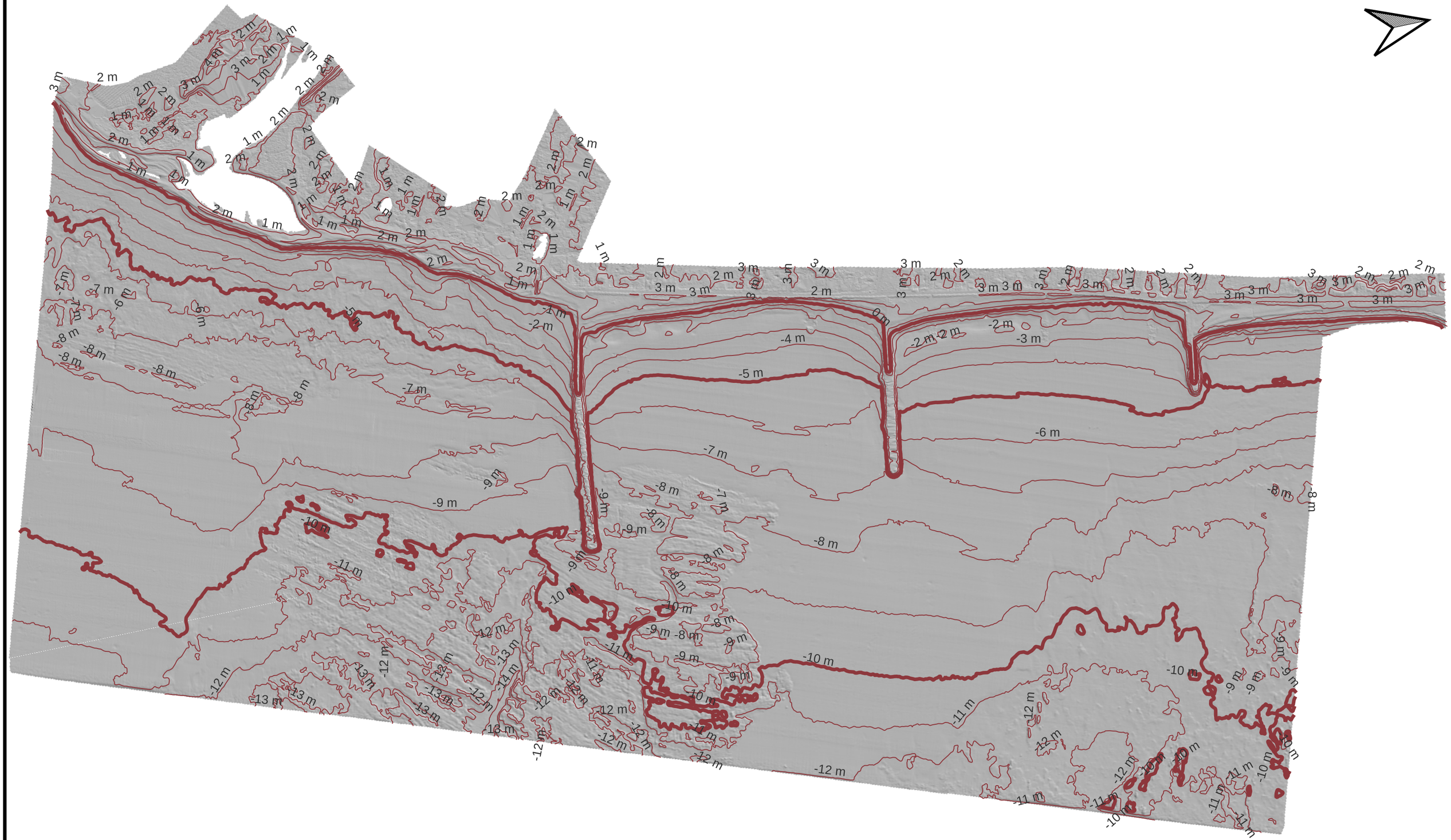
2023

Título plano:

MODELO DIGITAL DEL TERRENO

ESCALA 1:8000 (A3)

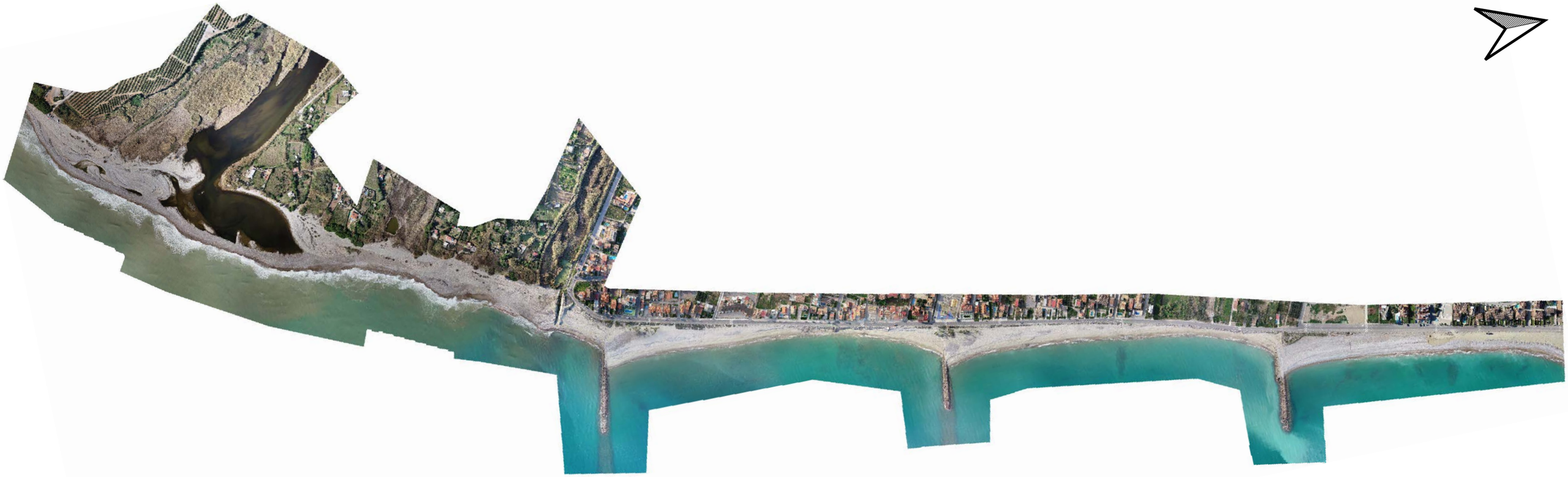
0 150 300 450 600 m



gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: MODELO DIGITAL DEL TERRENO Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

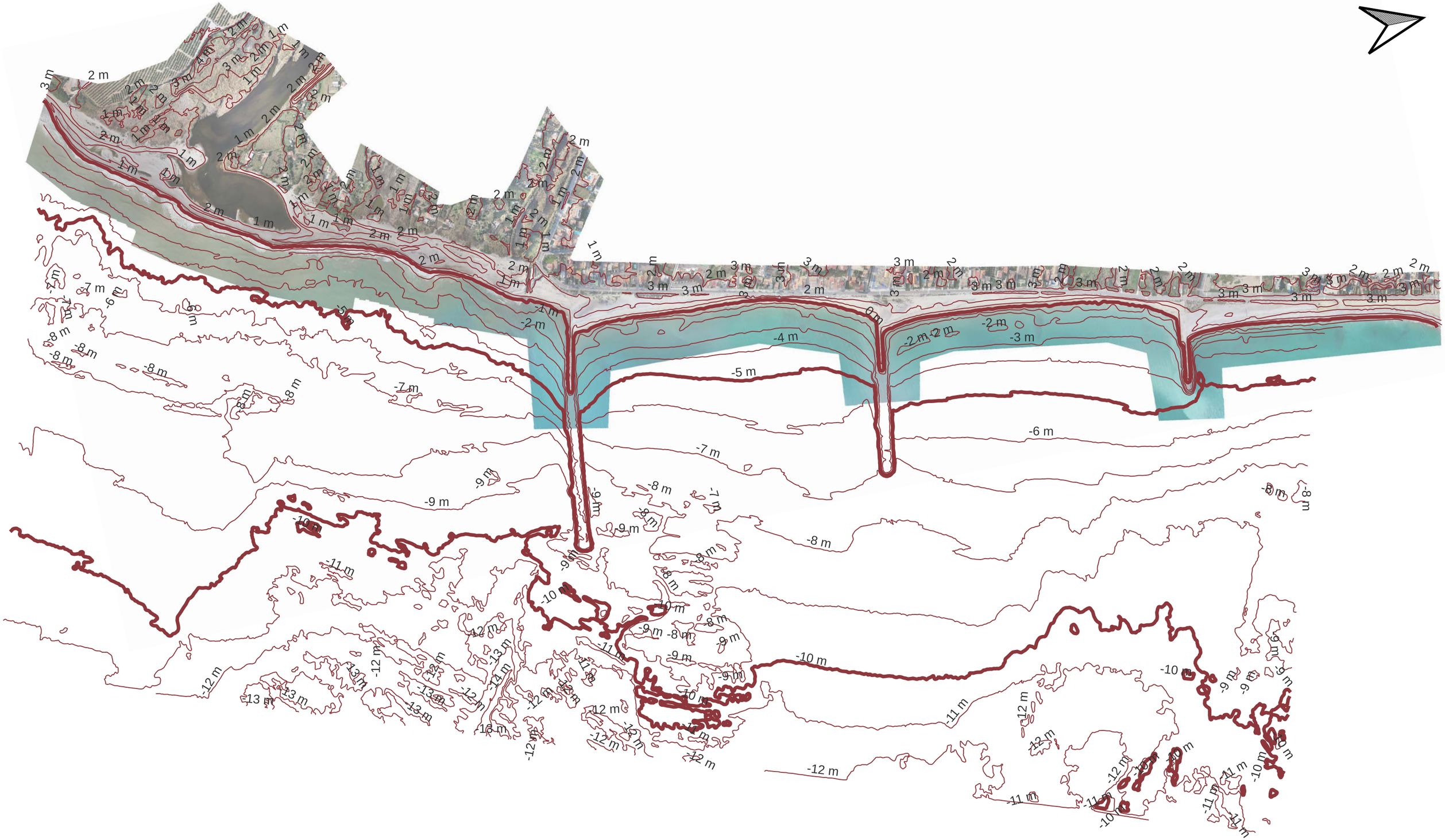
2023

Título plano:

ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL

ESCALA 1:8000 (A3)

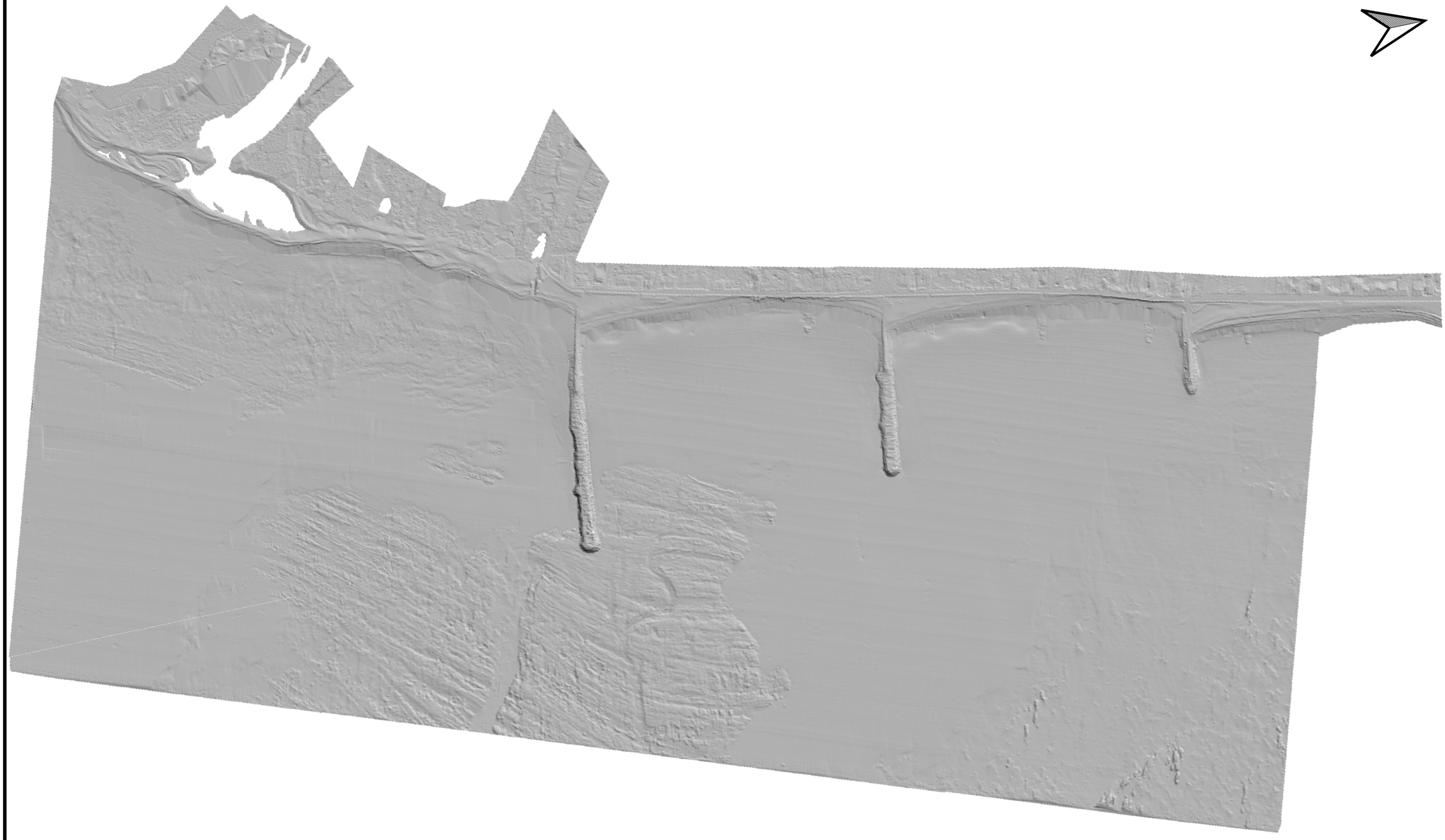
0 150 300 450 600 m



gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

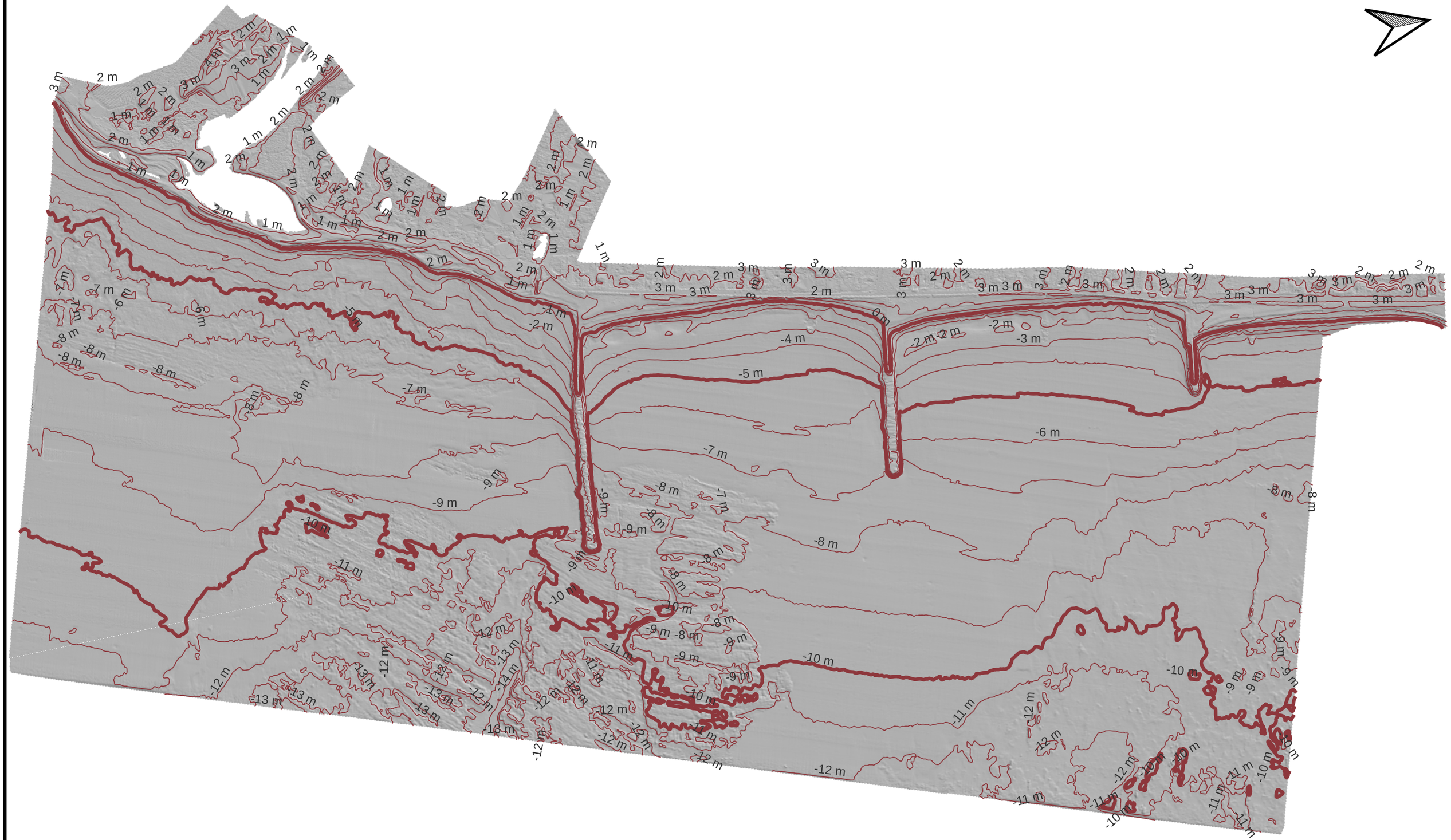
2023

Título plano:

MODELO DIGITAL DEL TERRENO

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m

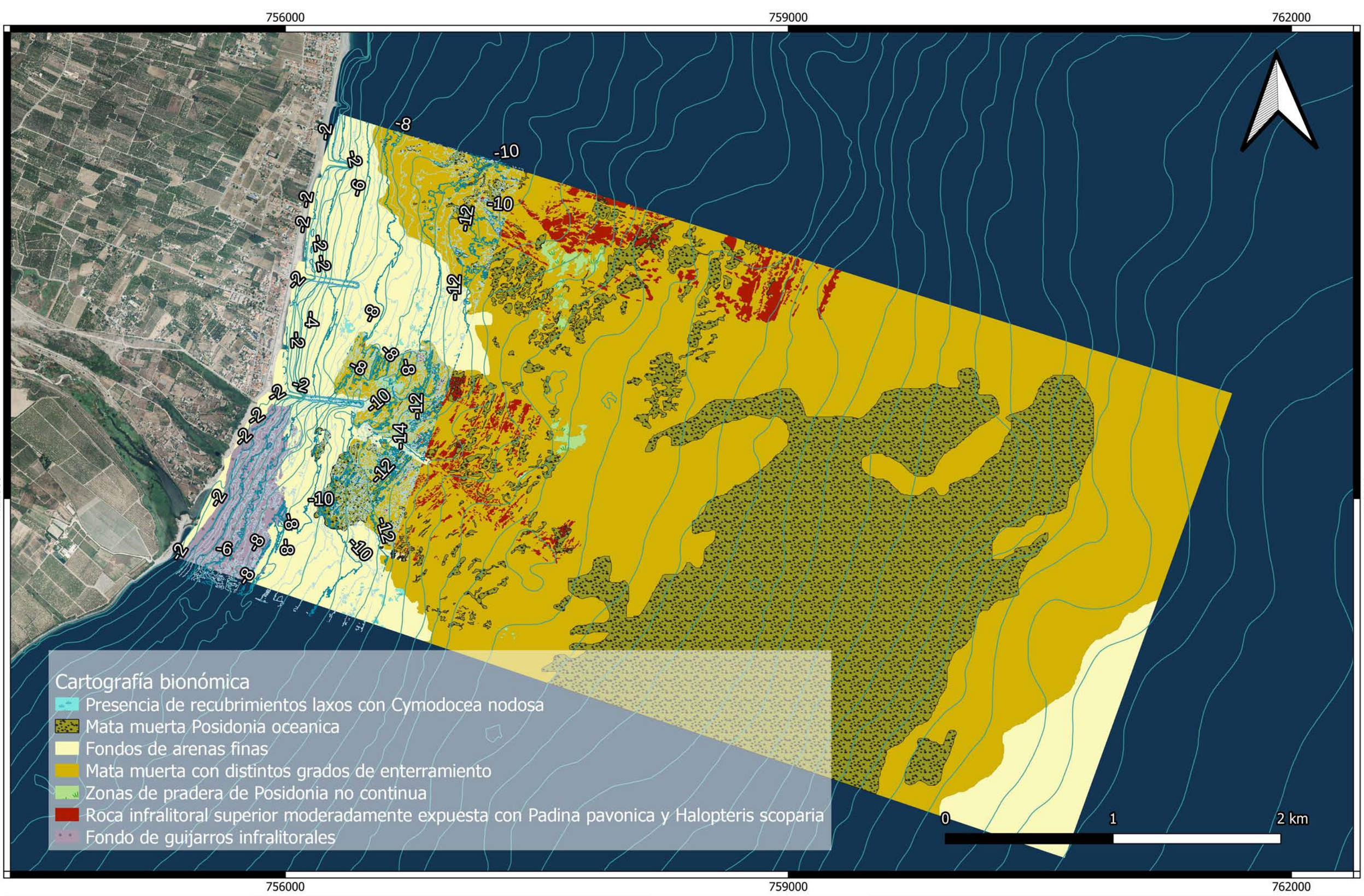


gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: MODELO DIGITAL DEL TERRENO Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m

Anejo 2. Plano bionómico



IGM	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"	Proyección UTM ETRS89 HUSO 30	Abril 2023	gamaser

ANEJO 3.6:
ESTUDIO DEL PAISAJE

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
3 SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA 6
4 MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE PAISAJE 9
4.1 Legislación Comunitaria 9
4.2 Legislación nacional 9
4.3 Legislación autonómica (CVA) 9
5 CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE EXISTENTE 10
5.1 Marco paisajístico general 10
5.2 Unidades del paisaje. Calidad y fragilidad del paisaje 13
5.3 Caracterización de las unidades de paisaje 14
5.3.1 Unidad de Paisaje Nº1. Puerto de Castellón (UP1) 14
5.3.2 Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares (UP2) 15
5.3.3 Unidad de Paisaje Nº 3. Playas de Almazora 18
5.4 Recursos paisajísticos 24
5.4.1 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 1 (RP1) 25
5.4.2 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 2 (RP2) 25
5.4.3 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 3 (RP3) 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de actuación. Término municipal de Almazora, concretamente su frente litoral. (Comunidad Valenciana). 6
Figura 2. Ortofoto del tramo costero de Almazora objeto de estudio tomada en marzo de 2023. 8

Figura 3. Unidad de Paisaje "Planas de Castelló y Sagunt" (en cián). Fuente: Atlas de los Paisajes de España. BDN 11

Figura 4. Paisaje de Relevancia Regional PRR 36 Huerta de la Plana de Castellón. Fuente: PTIM 12

Figura 5. Unidad de Paisaje Nº 1. Puerto de Castellón (UP1). 14

Figura 6. Vista aérea desde el E hacia el W del Puerto de Castellón. Fuente: Port de Castelló 15

Figura 7. Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares. 16

Figura 8. Fotografía del brazo norte de la desembocadura del río Mijares. 17

Figura 9. Conexión con el mar del brazo norte de la desembocadura del río Mijares. 18

Figura 10. Unidad del Paisaje Nº 3. Playas de Almazora (UP3). 19

Figura 11. Vista hacia el sur de la celda norte de la playa de La Torre. 20

Figura 12. Franja de gravas en la celda norte de la playa de La Torre objeto de actuación. 20

Figura 13. Fotografía de la celda norte de la playa de La Torre tomada desde su espigón norte donde se observa el escollerado presente en la misma. 21

Figura 14. Fotografía del espigón norte tomada desde el trasdós de la celda norte de playa donde se observa la diferencia de material sedimentario entre la playa de Benafeli y la playa de la Torre 21

Figura 15. Escollerado en trasdós de la celda sur. 22

Figura 16. Espigón central con boya señalizando la ubicación del morro sumergido. 22

Figura 17. Espigón sur. Fotografías desde su arranque (sup.) y desde la playa de Les Goles frente a la desembocadura del río Mijares (inf.) 22

Figura 18. Extremo mar de la desembocadura y vista del espigón sur de la playa de La Torre. 23

Figura 19. Paisaje Protegido Desembocadura del Río Mijares. Fuente: Visor GVA. 26

1 INTRODUCCIÓN

La Comunidad Valenciana promulgó el 30 de Junio de 2004 la Ley de la Generalitat de ordenación del Territorio y Protección del Paisaje [2004/6916], donde puede leerse: "El Paisaje constituye un patrimonio común en todos los ciudadanos y elemento fundamental de la calidad de vida."

El 11 de Agosto de 2006, se publicó el Decreto 120/2006 por el que se aprobaba el Reglamento de Paisaje de la Comunitat Valenciana, posteriormente entra en vigor el 20 de agosto de 2014 la Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana documentos que pretenden clarificar las exigencias en materia de Paisaje en los procesos territoriales, en todas sus escalas, así como en la ejecución de infraestructuras, la Ley 1/2019, de 5 de febrero, de la Generalitat, de modificación de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje de la Comunidad Valenciana.

Por tanto, el presente estudio de integración paisajística se redacta en cumplimiento del Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje; que establece el paisaje como un condicionante de la implantación de usos, actividades e infraestructuras en el territorio, mediante la incorporación, en sus planes y proyectos, de criterio e instrumentos del paisaje Art 6.3.

Así, en el presente anejo se citan y describen las zonas y/o elementos del medio de carácter natural, que se consideran de especial importancia dentro del tramo litoral en estudio por su elevada sensibilidad y alto valor. Posteriormente se realiza un análisis del paisaje tanto de la zona de actuación como del entorno y se valora su calidad y fragilidad y, en su caso, las medidas protectoras, correctoras o compensatorias que se necesitan por incidencias paisajísticas identificadas en el proyecto.

2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La playa de La Torre se encuentra situada en el borde litoral del municipio de Almazora, municipio que pertenece a la comarca de la Plana Alta de Castellón (Comunidad Valenciana), dentro de la llamada Costa del Azahar en el Mediterráneo Occidental.

La franja litoral de Almazora, con una extensión de más de 3 km, se extiende desde el sur de Castellón hasta el delta del río Mijares, y se caracteriza por ser abierta y rectilínea, con una orientación general casi N-S. El sedimento que está presente en sus playas alterna arena fina con cantos y bolos.

En cuanto a sus playas, inmediatamente al sur del Puerto de Castellón se sitúa la playa de Benafeli, conformada por 3 celdas y al sur de ésta, la playa de La Torre objeto de actuación, conformada a su vez por dos celdas encajadas entre espigones perpendiculares, que se desarrolla hasta la desembocadura del Río Mijares, tramo de aproximadamente 1,5 km de frente marítimo.

Concretamente, el tramo de estudio, de unos 2000 m de longitud de costa, lo conforman las celdas N y S de la playa de La Torre, encajadas entre espigones perpendiculares a la costa, y la playa inmediatamente al sur frente al delta del río Mijares, playa de Les Goles.

Figura 1. Localización de la zona de actuación. Término municipal de Almazora, concretamente su frente litoral. (Comunidad Valenciana).

3 SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA

El borde marítimo de Almazora objeto de actuación se halla inmerso en la subunidad fisiográfica dentro del Óvalo Valenciano (unidad mayor que se desarrolla entre el Delta del Ebro, al N, y el Cabo de San Antonio, al S) de carácter artificial conformada entre estos dos puertos, Puertos de Castellón y Sagunto, cuyas estructuras de abrigo ejercen de barreras totales al transporte de sedimentos y por ende los sedimentos disponibles tienen su fuente y sumidero en la unidad, por lo que se puede considerar nulo el flujo de sedimento a través de las secciones transversales de ésta y su funcionamiento dinámico independiente del exterior.

Dentro de la unidad, con una orientación general de la costa NE-SW y una deriva litoral en este sentido, se diferencian dos tramos, del Puerto de Castellón al de Burriana, y de éste al de Sagunto, por la obstaculización que presenta este puerto deportivo al transporte litoral de sedimentos.

En el primero de ellos, la presencia del delta del río Mijares y el cambio en la orientación de la costa a partir de éste, llevan a su compartimentación en dos subtramos, al norte y sur de este.

El subtramo norte, donde se emplaza la zona de actuación de proyecto, se alimentaba del sedimento proveniente de la costa norte, hoy totalmente cortado por la presencia del Puerto de Castellón, y de los depósitos del delta provenientes del caudal sólido que esporádicamente aporta el río, que habitualmente no lo hace, pero que ocasionalmente puede expulsar, como sucedió en la avenida producida en octubre del año 2000.

Estos hechos, junto con la dirección del flujo medio de energía del oleaje (FME) en la zona, han condicionado la evolución de su línea de costa, de modo que desde hace décadas sufre regresiones muy importantes que han obligado a realizar distintas actuaciones, incluyendo la implantación de estructuras marítimas e importantes aportaciones de material granular.

Adicionalmente, en los últimos años, el ascenso del nivel del mar como consecuencia del cambio climático y el aumento en la intensidad y frecuencia que vienen presentando los temporales marítimos (entre los que destaca la magnitud del temporal Gloria, ocurrido en enero de 2020, por registrar la mayor altura de ola de la serie histórica de oleajes desde 1958), agravan el problema erosivo habiendo revisiones de retrocesos importantes de la línea de orilla que, para el caso de la playa de La Torre en Almazora se estiman en 27 m a año horizonte 2050, y 76 m a año 2100, según el informe final realizado por el CEDEX (Estrategia actuación costa sur Castellón).

Por lo tanto, el borde marítimo de Almazora objeto del presente proyecto presenta varios problemas que se pueden resumir en:

- **Problemas erosivos en el frente litoral:**
    - Flujo nulo de sedimentos por situarse entre dos puertos, Puertos de Castellón y Sagunto, cuyas estructuras de abrigo ejercen de barreras.
    - Erosión de buena parte del frente costero por la interrupción total del transporte litoral causado por el Puerto de Castellón y la regulación de la cuenca del río Mijares que apenas aporta caudal sólido.
- **Problemas derivados del cambio climático**
    - Erosión del frente costero por el ascenso del nivel del mar y el aumento en la intensidad y frecuencia de los temporales marítimos.

La ortofoto a continuación, tomada en campaña de campo en marzo de 2023, muestra el estado y configuración de la costa objeto de actuación y sus inmediaciones:

Figura 2. Ortofoto del tramo costero de Almazora objeto de estudio tomada en marzo de 2023.

4 MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE PAISAJE

4.1 Legislación Comunitaria

- Convenio Europeo del Paisaje (2000).
- Convención sobre acceso a la Información y la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales (Carta de Aarhus, 1999).
- Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (1972).
- Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992).
- Convenio para la Salvaguarda del Patrimonio Arquitectónico de Europa (1985).
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo, relativa al acceso del público a la información medioambiental y por la que se deroga la Directiva 90/313/CEE del Consejo.
- Convenio europeo sobre la Protección del Patrimonio Arqueológico (1992).
- Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad (Carta de Aalborg, 1994).
- Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente y por la que se modifican, en lo que se refiere a la participación del público y al acceso a la justicia, las directivas 85/337/CEE y 96/61/CE del Consejo.

4.2 Legislación nacional

- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, sobre evaluación ambiental.

4.3 Legislación autonómica (CVA)

- Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, por el que se aprueba la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana. Decreto 166/2011, de 4 de noviembre, del Consell por el que se modifica el Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, por el que se aprobó la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana.
- Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje.

5 CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE EXISTENTE

El Convenio Europeo del Paisaje (CEP) es el único tratado internacional en esta materia. Fue aprobado en Florencia en octubre del año 2000 y entró en vigor en España el 1 de Marzo de 2008. El CEP define el **paisaje** como "cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, y cuyo carácter es el resultado de la interacción de factores naturales o/y humanos".

Textualmente, el CEP establece que "el paisaje, como síntesis de las características de un determinado medio físico y de la acción humana sobre él a lo largo del tiempo, refleja la superposición de los diversos modelos culturales, ecológicos y económicos en el espacio… El paisaje es un elemento esencial para el bienestar individual y social, cuya protección, gestión y planeamiento comportan derechos y deberes para todos".

5.1 Marco paisajístico general

De forma general, y a nivel estatal, el "Atlas de los Paisajes de España" publicado por el "Ministerio de Medio Ambiente" en 2003, enmarca la zona objeto de actuación del litoral del municipio de Almazora y su entorno dentro de la Unidad de Paisaje (UP) **"Planas de Castelló y Sagunt",** como parte del Tipo de Paisaje (TP) "Llanos y glacis litorales y prelitorales", y éste a su vez perteneciente a la Asociación denominada "Llanos litorales peninsulares" (véase Figura 3.). Esta UP linda al oeste, a la altura del término municipal de Burriana y Almazora, con la unidad "Sierras de Espada", la cual forma parte del TP "Sierras Ibéricas", y a la Asociación denominada "Sierras y montañas mediterráneas y continentales". También más interiormente, de igual forma al oeste del término municipal de Almazora, esta UP linda con la unidad "Valle del Mijares y de Alcora", la cual forma parte del TP "Corredores y depresiones ibéricos", y a la Asociación denominada "Corredores".

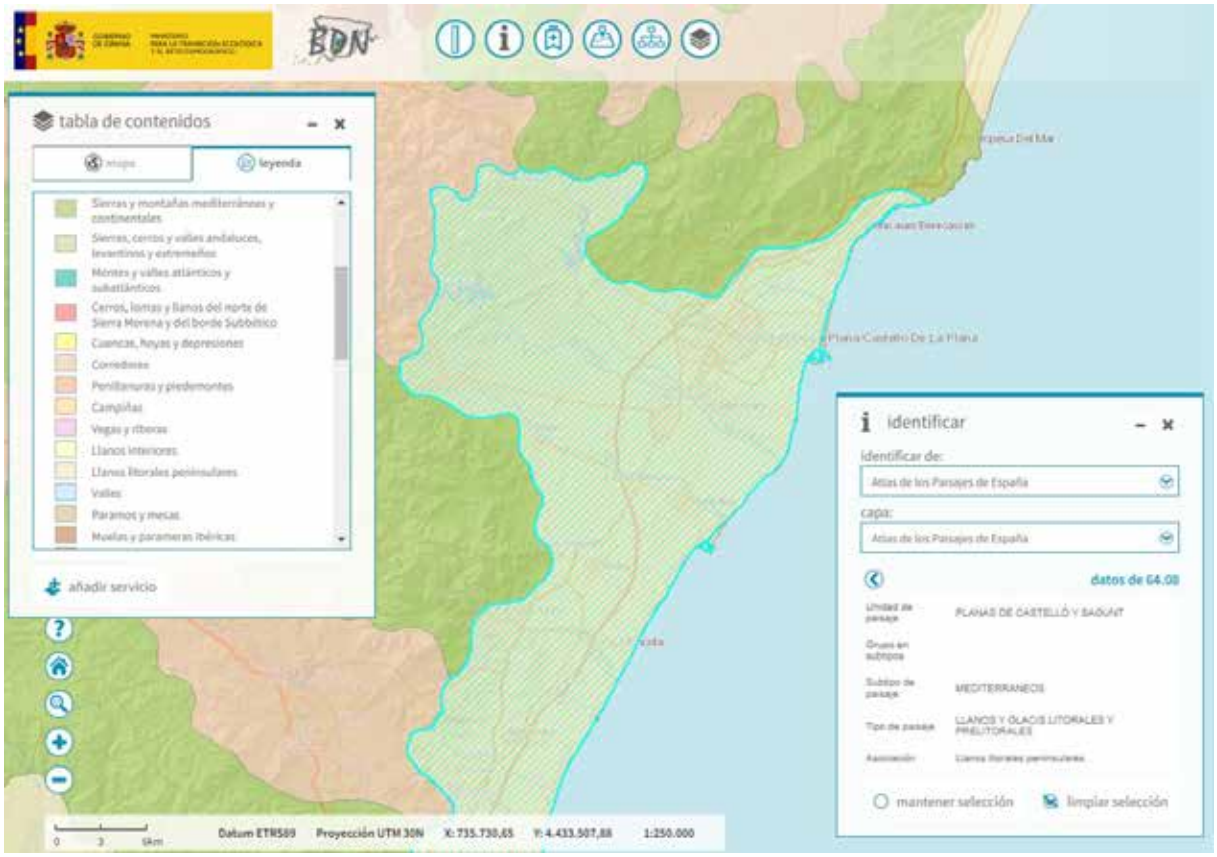


Figura 3. Unidad de Paisaje "Planas de Castelló y Sagunt" (en cián). Fuente: Atlas de los Paisajes de España. BDN

Una Unidad Paisajística se define como una porción del territorio cuyo paisaje posee una cierta homogeneidad en sus características perceptuales, así como un cierto grado de autonomía visual. Las unidades de paisaje (UP) son definidas por unos elementos definitorios como configuración topográfica, usos del suelo, texturas y colores predominantes, estrato vegetal predominante, presencia de masas de agua, líneas y formas, escala y dominancia espacial. En un nivel intermedio se hallan los Tipos de Paisaje (TP), que agrupan Unidades de Paisaje con elementos configuradores semejantes. Y por último, en el estrato superior, las Asociaciones de Tipos de Paisajes con rasgos generales y diferenciales comunes.

A nivel autonómico, el "Plan de acción Territorial de Infraestructura Verde y Paisaje de la Comunitat Valenciana" (PTIM) divide la Comunidad Valenciana en 40 Paisajes de Relevancia Regional (PRR) en donde se ubica nuestra zona de actuación. Dentro de esta clasificación, el ámbito de proyecto queda emplazado en el grupo "Huertas históricas y vegas de la Comunidad Valenciana", concretamente el **PRR 36 Huerta de la Plana de Castellón**, tal y como puede observarse en la Figura 4. expuesta a continuación.

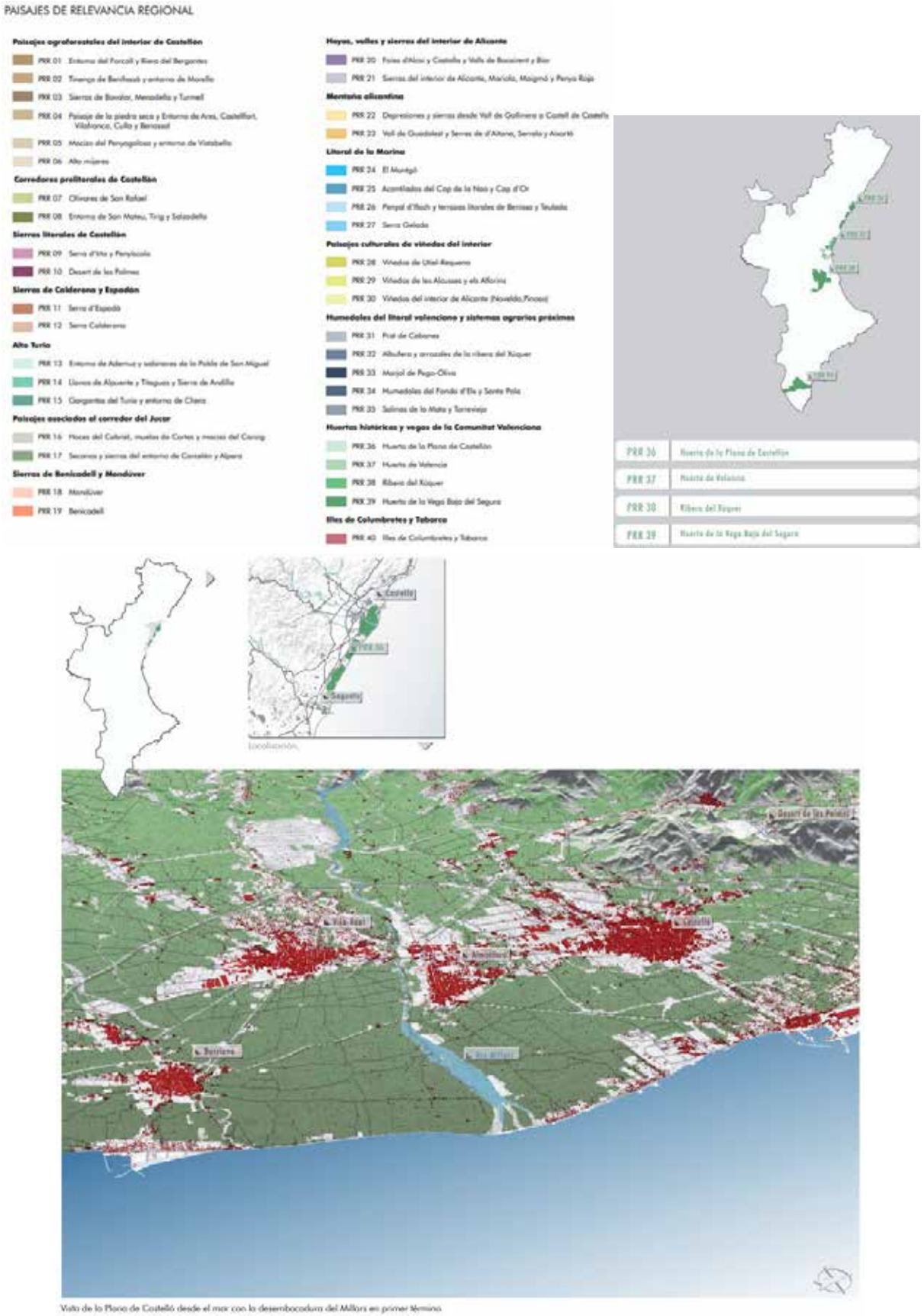


Figura 4. Paisaje de Relevancia Regional PRR 36 Huerta de la Plana de Castellón. Fuente: PTIM

5.2 Unidades del paisaje. Calidad y fragilidad del paisaje

Para la caracterización del paisaje de la propia zona de actuación se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Mapa Geocientífico de la Provincia de Castellón elaborado y editado por la Conselleria de Medio Ambiente. En dicho documento se establece que el término municipal de Almazora se encuentra en un **Ambiente 1: Llanura Costera** y dentro de este en el **Subambiente 1.3: Plana de Castellón**.

En concreto, la morfología en el subambiente 1.3 – Plana de Castellón se caracteriza por ser un estrecho sistema de abanicos aluviales, adosado a los relieves prelitorales, da paso a un extenso glacis de cobertura, que evoluciona hacia un glacis de acumulación. Un cordón litoral bien desarrollado favorece la creación de una amplia zona palustre, aunque degradada ya en su mayor parte.

Dentro de este tipo de ambiente se presentan varios sistemas que se encuentran en el entorno de nuestro ámbito de actuación y que son:

- Sistema 1. Cordón litoral: presente por todo el borde litoral.
- Sistema 3. Turberas: presente por el borde litoral más cercano a la desembocadura del río Mijares y en el trasdós del anterior sistema 1.
- Sistema 4. Aluvial: presente en el cauce del río Mijares.

Además, desde el punto de vista medioambiental, estos espacios litorales son zonas de transición entre los sistemas terrestres y los marinos, considerándose una frontera ecológica donde se producen altos intercambios de materia y energía. Que, por otra parte, están sometidos a una alta presión antrópica, por tratarse de zonas con un alto reclamo turístico que brindan infinidad de posibilidades de ocio y esparcimiento a sus usuarios: el sol, el mar, las playas, la práctica de deportes náuticos y subacuáticos, etc.

Finalmente, la valoración del paisaje se obtendrá a partir de la combinación de dos conceptos que se definen de la siguiente manera:

- **Calidad:** es el valor estético del paisaje, es decir, el mérito para su conservación tal y cómo se encuentra actualmente.
- **Fragilidad:** es el grado de deterioro que experimentaría el paisaje si se desarrollase una nueva actividad.

A continuación, se procede a la valoración de las unidades paisajísticas detectadas a través de la fragilidad y la calidad.

5.3 Caracterización de las unidades de paisaje

A partir de la información obtenida, se hace una aproximación exclusivamente a nuestro ámbito de actuación y se caracterizan 3 unidades del paisaje que se consideran homogéneas y que están claramente diferenciadas entre sí, en las que se puede dividir el ámbito de estudio y sus proximidades.

Estas unidades del paisaje son:

Unidad de Paisaje Nº 1: Puerto de Castellón.

Unidad de Paisaje Nº 2: Desembocadura del Río Mijares.

Unidad de Paisaje Nº 3: Playas de Almazora.

A continuación, se presenta la caracterización de cada una de las unidades de paisaje establecidas dentro del ámbito de actuación y se enumeran y describen los recursos paisajísticos existentes en ellas.

5.3.1 Unidad de Paisaje Nº1. Puerto de Castellón (UP1)

Esta Unidad de Paisaje (ver Figura 5.) se encuentra situada en la zona del Grao de Castellón, dentro del término municipal de Castellón de la Plana, a cuatro kilómetros aproximadamente del centro de la ciudad y a tan solo 6-7 kilómetros de nuestra zona de actuación. Su actividad es principalmente comercial y cuenta con puerto pesquero y Club Náutico.

Figura 5. Unidad de Paisaje Nº 1. Puerto de Castellón (UP1).

El puerto constituido hoy en día por 2 dársenas principales, la dársena sur y la dársena norte, abarcando estas dos la mayor parte de la lámina de agua del puerto. Más en el interior, se encuentra la dársena interior donde se sitúa el puerto deportivo y la dársena pesquera, ambos abrigados por un dique y contradique.

Figura 6. Vista aérea desde el E hacia el W del Puerto de Castellón. Fuente: Port de Castelló

La gran envergadura de toda la superficie útil del Puerto y de la mayoría de las embarcaciones que en él atracan (que otorgan una baja permeabilidad visual no permitiendo la contemplación del mar y la bahía sin barreras visuales) así como todas las actividades realizadas en sus inmediaciones presentan un impacto global negativo. En cambio, la cierta separación que mantiene respecto al núcleo urbano hace que el impacto visual sea menor. Por todo ello, llevan a valorar la CALIDAD PAISAJÍSTICA de esta UP1 como MEDIA y su FRAGILIDAD MEDIA.

5.3.2 Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares (UP2)

Esta Unidad de Paisaje (ver Figura 7.) está formada por el espacio situado entre los límites que marca la Declaración de Paisaje Protegido de la Desembocadura del Río Mijares (mostrados en la Figura 19.). El Paisaje Protegido de la Desembocadura del Río Mijares comprende una extensión de 424,65 hectáreas de los términos municipales de Almazora, Burriana y Villarreal.

Figura 7. Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares.

El río Mijares es el curso fluvial más importante de la Provincia de Castellón, tanto en caudal como en longitud. Su nacimiento se sitúa sobre los 1.600 metros de altitud, en la Provincia de Teruel. Ya en la Comunidad Valenciana, discurre por las comarcas de Alt Millars y la Plana Baixa, captando aguas vertientes del macizo de Penyagolosa y de las Sierras de Espadán y de Pina. Desemboca en el mar Mediterráneo, entre los términos municipales de Almazora y Burriana, constituyendo en su tramo final el límite intercomarcal entre la Plana Baixa y la Plana Alta.

Se trata de un río con régimen típicamente mediterráneo, sometido por tanto a fluctuaciones intensas de caudal entre las temporadas secas y lluviosas. A lo largo de la comarca de Alt Millars, el río discurre fuertemente encajado entre las estructuras geológicas mesozoicas. A partir de Fanzara suaviza su pendiente y comienza a abrirse hacia la planicie litoral. La desembocadura está formada por un cono aluvial, cerrado superficialmente por un cordón de gravas, roto sólo por los efectos de los temporales de levante sobre la línea de costa.

En el tramo final del río, entre la población de Almazora y la desembocadura en el mar, el curso fluvial adquiere una notable importancia ecológica por la formación de lagunas poco profundas, ricas en vegetación acuática y subacuática y en comunidades helofíticas, junto con especies y comunidades más típicas de las riberas y cauces fluviales. Estas últimas, conforme se acercan a la costa, van convirtiéndose en juncales y prados húmedos y en comunidades psammófilas.

La presencia más o menos permanente de agua ha permitido la existencia de una fauna con una elevada diversidad de especies, algunas de ellas de gran interés para la conservación. Abundantes y variadas son las comunidades de aves: anátidas, ardeidas, láridos, limícolas y paseriformes palustres están presentes en los diversos ambientes generados por los gradientes de salinidad provocados por la entrada ocasional de agua marina.

Por estas razones, dicho tramo final del río está incluido, con la denominación Desembocadura del Millars, en el Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana, aprobado por Acuerdo de 10 de septiembre de 2002, del Consell de la Generalitat.

Figura 8. Fotografía del brazo norte de la desembocadura del río Mijares.

Figura 9. Conexión con el mar del brazo norte de la desembocadura del río Mijares.

Por su estado de conservación, y al tratarse de un paisaje protegido, llevan a valorar la CALIDAD PAISAJISTICA de esta UP2 como ALTA y de ALTA FRAGILIDAD.

5.3.3 Unidad de Paisaje Nº 3. Playas de Almazora

La Unidad de Paisaje denominada "Playas de Almazora" (ver Figura 10.) engloba la franja litoral de Almazora, con una extensión de más de 3 km, y que se extiende desde el sur de Castellón hasta el delta del río Mijares, y se caracteriza por ser abierta y rectilínea, con una orientación general casi N-S. El sedimento que está presente en sus playas alterna arena fina con cantos y bolos.

En cuanto a sus playas, inmediatamente al sur del Puerto de Castellón se sitúa la playa de Benafeli, conformada por 3 celdas: la celda norte, entre el primer espigón al sur del Puerto de Castellón y el tómbolo conformado al abrigo del dique exento existente; la central, entre el tómbolo y el siguiente espigón perpendicular a costa; y la celda sur hasta el siguiente espigón. Es al sur de esta última celda, donde da comienzo la playa de La Torre objeto de actuación, conformada a su vez por dos celdas encajadas entre espigones perpendiculares, que se desarrolla hasta la desembocadura del Río Mijares, tramo de aproximadamente 1,5 km de frente marítimo.

Tanto la playa de La Torre, como la de Benafeli, son playas de carácter urbano, compuesta la primera fundamentalmente por arenas y la segundas por gravas, con un índice de ocupación medio.

Figura 10. Unidad del Paisaje Nº 3. Playas de Almazora (UP3).

Concretamente, el tramo de estudio, de unos 2000 m de longitud de costa, lo conforman las celdas N y S de la playa de La Torre, encajadas entre espigones perpendiculares a la costa, y la playa inmediatamente al sur frente al delta del río Mijares, playa de Les Goles. De norte a sur, se tiene:

La playa de La Torre – Celda Norte, que tiene una longitud de 700 metros y se encuentra encajada entre el espigón que linda con la playa de Benafeli, al norte, de unos 180 m de longitud, y el segundo espigón del tramo que se desarrolla en 2 tramos, el primero emergido de 127 m, y un tramo sumergido a continuación de unos 242 m. La anchura de playa varía entre los 80 m en su región meridional más ancha, junto al espigón sur, unos 30 m en la zona central, y unos 8 m en la región norte de la playa donde deja de tener influencia la protección brindada por el espigón norte, zona donde ha sido necesaria la colocación de bloques de escollera para la protección del vial "Partida Playa La Torre" frente a la acción del oleaje. Su trasdós está limitado por la presencia de dicho vial, construido en dominio público marítimo – terrestre (DPMT), tras el cual se emplazan, en la mayor parte de la playa, viviendas unifamiliares de bajo porte, por lo que podría constituir una playa semi-urbana. Si bien no existe en ella un verdadero sistema dunar, en las zonas donde la anchura de playa lo permite, se vislumbran ciertos montículos vegetados que podrían constituir dunas embrionarias.

Figura 11. Vista hacia el sur de la celda norte de la playa de La Torre.

Figura 12. Franja de gravas en la celda norte de la playa de La Torre objeto de actuación.

Figura 13. Fotografía de la celda norte de la playa de La Torre tomada desde su espigón norte donde se observa el escollerado presente en la misma.

Figura 14. Fotografía del espigón norte tomada desde el trasdós de la celda norte de playa donde se observa la diferencia de material sedimentario entre la playa de Benafeli y la playa de la Torre.

La playa de La Torre – Cela Sur, de similar longitud que la anterior, se desarrolla entre el segundo espigón del tramo y el espigón sur de éste, asimismo constituido por dos tramos, uno emergido de unos 190 m, y otro sumergido de 365 m. Con anchos de playa seca que van desde los 100 m máximos en su región sur, 55 m en la norte junto al espigón, a la inexistencia de playa en la zona donde el espigón norte (2º del tramo) deja de abrigar la playa, y en que, por el mismo motivo que en la celda norte, ha sido necesario la colocación de un escollerado longitudinal para proteger la carretera adosada. En este caso, la playa presenta una forma en planta biparabólica (más acusada en el norte) por el efecto que ejercen las estructuras en la difracción del oleaje incidente.

Figura 15. Escollerado en trasdós de la celda sur.

Figura 16. Espigón central con boya señalizando la ubicación del morro sumergido.

Figura 17. Espigón sur. Fotografías desde su arranque (sup.) y desde la playa de Les Goles frente a la desembocadura del río Mijares (inf.).

La playa / cordón litoral del delta del Mijares, se trata de una zona catalogada como Zona Húmeda, Paisaje Protegido, LIC y ZEPA, por su valor paisajístico, su interesante vegetación y gran variedad de avifauna acuática. La desembocadura posee una alta capacidad de evacuación de caudales de avenida que, en condiciones normales está alimentada por agua marina. El delta lo componen tres golas, siendo la gola sur por la que desemboca verdaderamente el río Mijares. Su frente costero está constituido por un cordón de bolos de morfología variable condicionada por la disponibilidad de materiales y la acción de las dinámicas fluvial y litoral, que ha ido evolucionando y que hoy en día presenta un ancho de playa seca de unos 80 m entre las golas norte y central, y una flecha litoral de unos 25 m de anchura frente a la desembocadura del Mijares en la gola sur que ha cerrado una laguna en su interior. Este cordón recibe el nombre de **playa de Les Goles** en su región septentrional junto a la playa de La Torre.

Figura 18. Extremo mar de la desembocadura y vista del espigón sur de la playa de La Torre.

La zona urbana residencial pre-litoral está constituida por edificaciones, sobre todo destinadas a segunda residencia, y mayoritariamente ocupadas en la época estival. Se diferencia del casco histórico

de la localidad por una mayor altura de edificación en la zona costera, además de la predominancia de tipologías edificatorias abiertas, con abundancia de espacios libres.

El grado de antropización de la zona, la poca altura de las construcciones y la rigidización de la costa en el tramo, llevan a considerar la CALIDAD PAISAJÍSTICA de esta UP3 como ALTA, y su FRAGILIDAD ALTA.

5.4 Recursos paisajísticos

Según el Anexo 1 del Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje, se entiende por recurso paisajístico *"todo elemento o grupo, lineal o puntual, singular en un paisaje, que define su individualidad y tiene valor ambiental, cultural y/o histórico, y/o visual y que se identificarán según lo siguiente:*

- *Por su interés ambiental. Infraestructura verde del territorio y áreas o elementos del paisaje objeto de algún grado de protección, declarado o en tramitación, calificados de valor muy alto o alto por los instrumentos de paisaje, o con valores acreditados por las declaraciones ambientales.*
- *Por su interés cultural y patrimonial. Áreas o elementos con algún grado de protección, declarado o en tramitación, y los elementos o espacios apreciados por la sociedad del lugar como hitos en la evolución histórica y cuya modificación de las condiciones de percepción fuera valorada como una pérdida de rasgos locales de identidad o patrimoniales.*
- *Por su interés visual. Áreas y elementos sensibles al análisis visual cuya alteración puede hacer variar negativamente la calidad de la percepción, tales como: hitos topográficos, laderas, crestas, línea de horizonte, ríos y similares; perfiles de asentamientos históricos, hitos urbanos, culturales, religiosos o agrícolas, siluetas y fachadas urbanas, y otros similares; puntos de observación y recorridos paisajísticos relevantes; cuencas visuales que permitan observar los elementos identificados con anterioridad, la imagen exterior de núcleos urbanos de alto valor y su inserción en el territorio, y/o la escena urbana interior; y áreas de afección visual desde las carreteras."*

De forma resumida, los elementos del entorno considerados como un recurso del paisaje, visibles desde la zona de actuación según las unidades de paisaje anteriormente definidas, son:

- Por su interés ambiental:
    - Paisaje Protegido de la Desembocadura del Río Mijares (RP2.1)
    - Cauce del Río Mijares (RP2.2)

- El mar (RP3.1)

- Por su interés cultural y patrimonial:
  - Faro del Muelle de Costa (RP1.1)
  - Yacimiento de Vinarragell (RP2.3)
  - Necrópolis Vora Riu (RP2.4)
  - Monumento Meridiano Greenwich (RP3.2)
- Por su interés visual:
  - Paisaje Protegido de la Desembocadura del Río Mijares (RP2.1)
  - El mar (RP3.1)

5.4.1 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 1 (RP1)

A continuación, se describen los recursos paisajísticos correspondientes a la Unidad de Paisaje Nº 1. Puerto de Castellón y se clasifican según sean de interés ambiental, cultural o visual:

Recursos de interés patrimonial y cultural:

El Paraje alberga en su territorio un elemento de patrimonio cultural como es el Faro del Muelle de Costa (RP 1.1), o también llamado antiguo Faro de Castelló, el cual quedó en desuso tras construir uno nuevo por lo que finalmente se decidió trasladar piedra a piedra a su posición actual siendo este un atractivo del Puerto.

5.4.2 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 2 (RP2)

A continuación, se describen los recursos paisajísticos correspondientes a la Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares y se clasifican según sean de interés ambiental, cultural o visual:

Recursos Ambientales:

La Unidad de Paisaje Nº 2. Desembocadura del Río Mijares es un recurso ambiental en sí mismo (RP 2.1) avalado por la Declaración de Paisaje Protegido (ver Figura 19.); su inclusión en el Catálogo de Zonas húmedas de la Comunitat Valenciana y ser, además Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Figura 19. Paisaje Protegido Desembocadura del Río Mijares. Fuente: Visor GVA.

También es recurso de interés ambiental la presencia de la componente hidrológica del cauce del Río Mijares (RP 2.2).

Recursos de interés patrimonial y cultural:

La abundancia de agua en la zona quizá determinó la ubicación de varios asentamientos humanos históricos, que hoy forman parte del patrimonio arqueológico.

Concretamente en la localidad de Burriana se encuentran recursos de interés patrimonial como el B.I.C. Yacimiento de Vinarragel (RP 2.3) y la necrópolis Vora Riu (RP 2.4).

Recursos de interés visual:

La desembocadura del Río Mijares es un recurso visual en sí mismo como elemento configurador del relieve (cauce) y por ser elemento natural de relevancia visual avalado por las figuras de protección que alberga.

5.4.3 Recursos paisajísticos de la Unidad de Paisaje Nº 3 (RP3)

A continuación, se describen los recursos paisajísticos correspondientes a la Unidad de Paisaje Nº 3. Playas de Almazora y se clasifican según sean de interés ambiental, cultural o visual:

Recursos Ambientales:

El mar (RP 3.1) es un recurso ambiental en sí mismo como elemento configurador del relieve y del paisaje. Por ello, la Ley de Costas establece niveles de protección en función de la distancia a la ribera del mar que se han grafiado en el plano de Recursos paisajísticos de interés ambiental.

Recursos de interés patrimonial y cultural:

El Monumento del Meridiano de Greenwich (RP 3.2) situado en la playa Benafeli, al norte de la playa de La Torre, se considera un recurso paisajístico de las Playas de Almazora por su cercanía. Dicho monumento certifica que el meridiano de Greenwich pasa a lo largo de dicha playa, en Almazora.

Recursos de interés visual:

La unidad de paisaje es en sí misma, con el mar y las playas un recurso visual como elemento configurador del relieve, al que, además, tienen acceso la mayoría del resto de las unidades de paisaje del término, cuando se aproximan la litoral. El mar Mediterráneo constituye el principal elemento formal de interés visual; su presencia determina la definición de la unidad de paisaje.

ANEJO 4:
TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 INFORMACIÓN DE PARTIDA 1
3 SISTEMA DE REFERENCIA 4
4 RESEÑAS BASE DE REPLANTEO 4
5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 4
5.1 Equipo de trabajo 4
5.2 Fases del estudio 5
5.3 Resultados 5
6 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO 10
6.1 Equipos empleados en el levantamiento hidrográfico 10
6.2 Fases de trabajo 10
6.3 Resultados 12

Anexo 4.1 Memoria trabajos levantamiento topográfico

Anexo 4.2 Memoria trabajos levantamiento batimétrico y SBL

Anexo 4.3 Reseñas base de replanteo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Topo-batimetría de la zona de proyecto obtenida de la Ecocartografía de Castellón. 1
Figura 2. Batimetría de la Playa de Benafeli ubicada inmediatamente al N de la zona de actuación. Fuente: SPCC. 2
Figura 3. Topo-batimetría del borde litoral de Almazora. Intecmyt, S.L., 2006. Fuente: SPCC. 3
Figura 4. Ráster del MDT de Almazora. 6
Figura 5. Topo-batimetría de detalle levantada en febrero de 2023 con objeto del "Proyecto Constructivo para la estabilización de la Playa de la Torre en Almazora (Castellón)". 7
Figura 6. Ortofoto de la zona objeto de actuación. 8
Figura 7. Cartografía actualizada de la zona de proyecto. 9

Figura 8. Croquis de algunas de las derrotas realizadas para el levantamiento batimétrico. 11

Figura 9. Sonografía del fondo marino de Almazora entre la costa y los 30 m de profundidad. 12

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo recoge los trabajos de topografía y batimetría realizados al objeto de la elaboración del presente Proyecto y posterior desarrollo de las obras.

2 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Como información de partida se cuenta con los levantamientos topo-batimétricos previos procedentes de:

- "Estudio ecocartográfico del litoral de la Provincia de Castellón", realizado por la empresa HIDTMA durante los años 2009 y 2010 para la D.G. de Costas.

  Dichos trabajos batimétricos realizados mediante el uso de dos sondas multihaz y una monohaz, junto con la restitución fotogramétrica de un vuelo aéreo costero en color a escala 1/5.000 y la topografía básica (mediciones in situ mediante GPS de doble frecuencia y precisión centimétrica durante campañas de campo), permitieron elaborar y editar una topografía y batimetría en continuo de la franja costera y los fondos marinos del litoral castellonense a escala 1:1.000, hasta una profundidad de la -40 m. Las posiciones están referidas al elipsoide ED50, proyección UTM, huso 30 N. Las isobatas se presentan en metros, con curvas cada metro, referidas al NMMA.

Figura 1. Topo-batimetría de la zona de proyecto obtenida de la Ecocartografía de Castellón.

- Topo-Batimetría de detalle de la Playa de Benafeli levantada en enero de 2020 como parte del "Plan de Vigilancia Ambiental tras la finalización de las obras de Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la Playa de Benafeli. T.M. de Almazora (Castellón)" y proporcionada por el Servicio Provincial de Costas de Castellón (SPCC). Ver Figura 2.

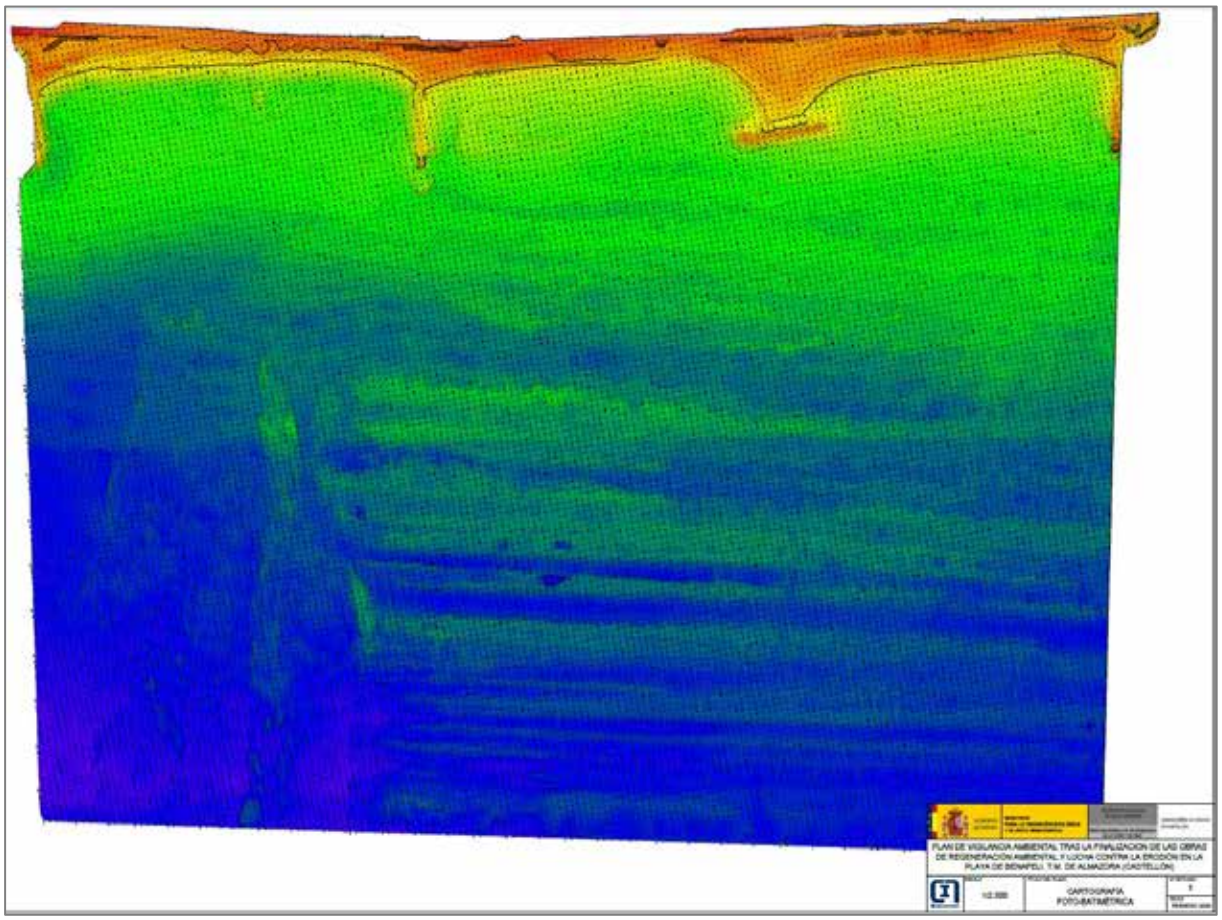


Figura 2. Batimetría de la Playa de Benafeli ubicada inmediatamente al N de la zona de actuación. Fuente: SPCC.

- Trabajos topo-batimétricos del frente de línea de Costa del T. M. de Almazora realizados en 2006 con objeto del Proyecto Modificado "OBRAS REHABILITACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE ALMAZORA, T.M. DE ALMAZORA (CASTELLÓN)", encargado a la empresa Intecmyt, S.L. para la definición de la playa seca y playa húmeda hasta la cota – 15 metros, cuyo plano se presenta en la Figura 3.

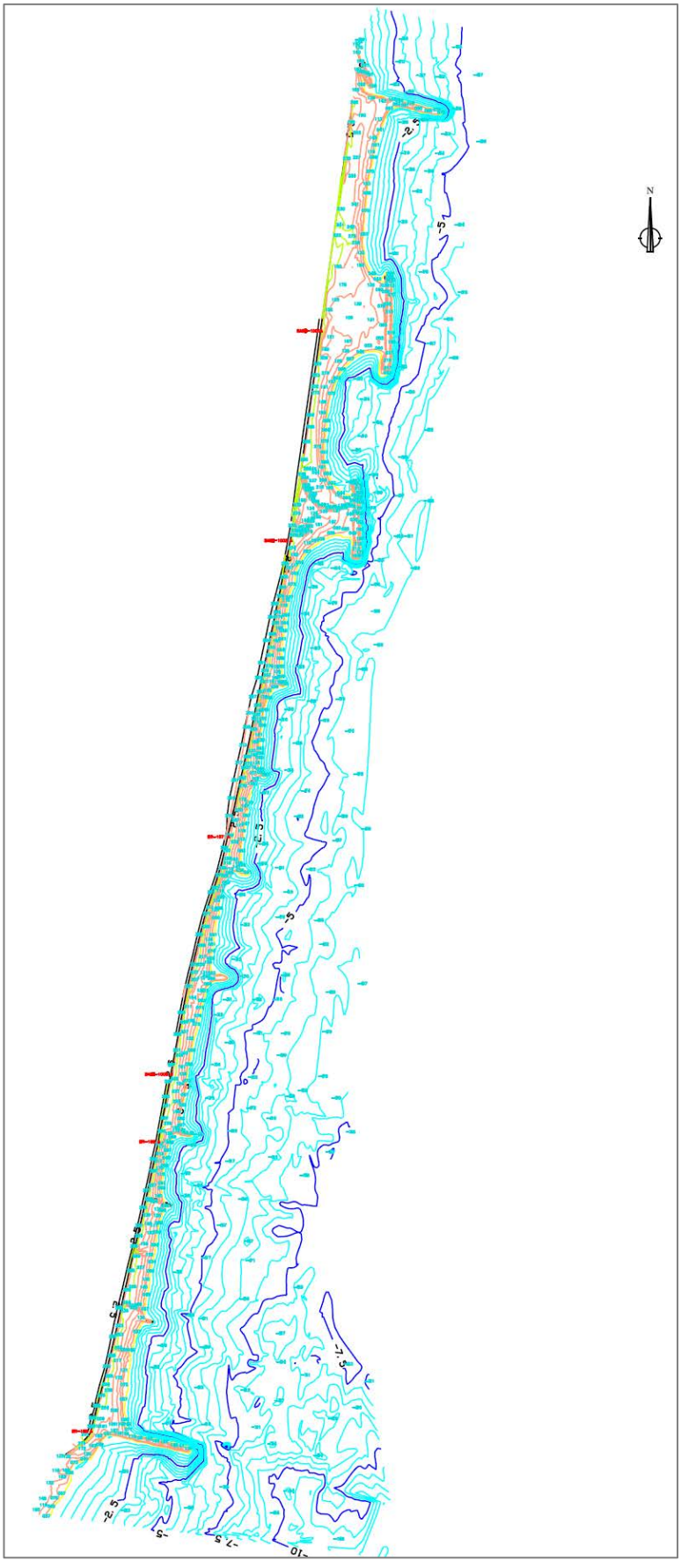


Figura 3. Topo-batimetría del borde litoral de Almazora. Intecmyt, S.L., 2006. Fuente: SPCC.

3 SISTEMA DE REFERENCIA

En cumplimiento del *Real Decreto 1071/2007 de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España*, el sistema de referencia planimétrico seleccionado es el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) en la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con la zona UTM 30 (huso 30).

Para la obtención de altitudes ortométricas se ha utilizado el geoide EGM08-REDNAP. Este es un modelo de geoide de alta precisión desarrollado específicamente para la región de España que toma como referencia el nivel medio del mar Mediterráneo en Alicante (NMMA). Proporciona altitudes ortométricas precisas y consistentes en el área de estudio.

4 RESEÑAS BASE DE REPLANTEO

Las reseñas base para el replanteo de los trabajos han sido proporcionadas por el Servicio Provincial de Costas en Castellón para la zona objeto de actuación, y se adjuntan en el Anexo 4.3 del presente documento.

5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico de la zona objeto de actuación, realizado por la empresa GAMASER ex profeso del presente proyecto, se ha efectuado a través de la combinación de las siguientes técnicas de trabajo: topografía clásica, levantamiento GNSS y levantamiento fotogramétrico por dron, con el objetivo de obtener información detallada y confiable para la actualización de la cartografía y la combinación del modelo digital de elevaciones con el modelo batimétrico. Se exponen a continuación sus principales características, adjuntándose el informe completo en el Anexo 4.1 de este documento.

5.1 Equipo de trabajo

Los medios empleados en el levantamiento son:

- Receptor RTK GNSS REACH RS2+ de alta precisión con capacidad de posicionamiento en tiempo real y capacidad de post-procesamiento. Este equipo ofrece una precisión de posicionamiento centimétrica.
- Estación total Leica FlexLine TS07 de alta precisión. Ofrece una precisión angular de hasta 0,5 segundos de arco y una precisión de distancia de hasta 1 mm + 1,5 ppm.
- Dron PHANTOM 4 RTK de alta precisión equipado con un receptor GNSS RTK integrado, que permite la captura de datos geoespaciales con una precisión centimétrica en tiempo real.

5.2 Fases del estudio

1. Levantamiento GNSS para establecer las bases necesarias para la realización de perfiles marinos, obtener las coordenadas de puntos de apoyo para el vuelo fotogramétrico y obtener puntos de control para el ajuste altimétrico del trabajo. Tomándose datos en un total de 318 puntos representativos a lo largo de la zona de estudio.

2. Levantamiento de perfiles en la interfase marítimo-terrestre (hasta la cota -2 m) mediante estación total (topografía clásica) con el fin de enlazar la batimetría con la topografía.

3. Levantamiento fotogramétrico mediante vuelo dron con GPS RTK a bordo georreferenciado a una base en tierra mediante el que se obtuvieron un total de 1631 ortofotos para generar el mosaico total y 7 puntos de apoyo, que han participado en el proceso de ajuste adicional.

   Los resultados obtenidos del levantamiento fotogramétrico con dron en la zona costera de Burriana incluyen un modelo digital de elevaciones (MDE) y una ortofoto de alta resolución.

5.3 Resultados

Como resultados de estos trabajos se obtiene:

- Topo-batimetría unificada de la zona de estudio (Modelo Digital del Terreno global)

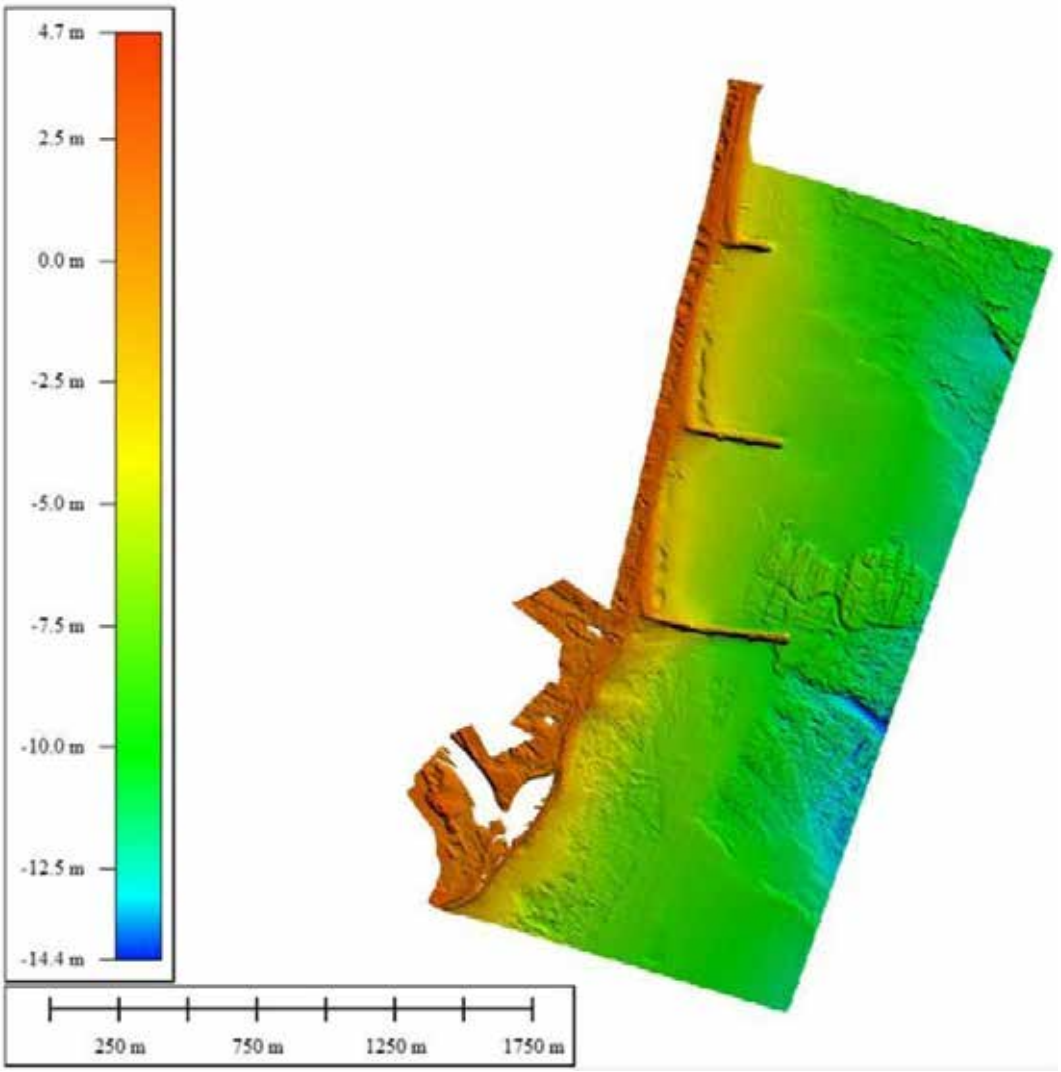


Figura 4. Ráster del MDT de Almazora.

- Curvas de nivel del MDT cada metro. Ver Figura 5.

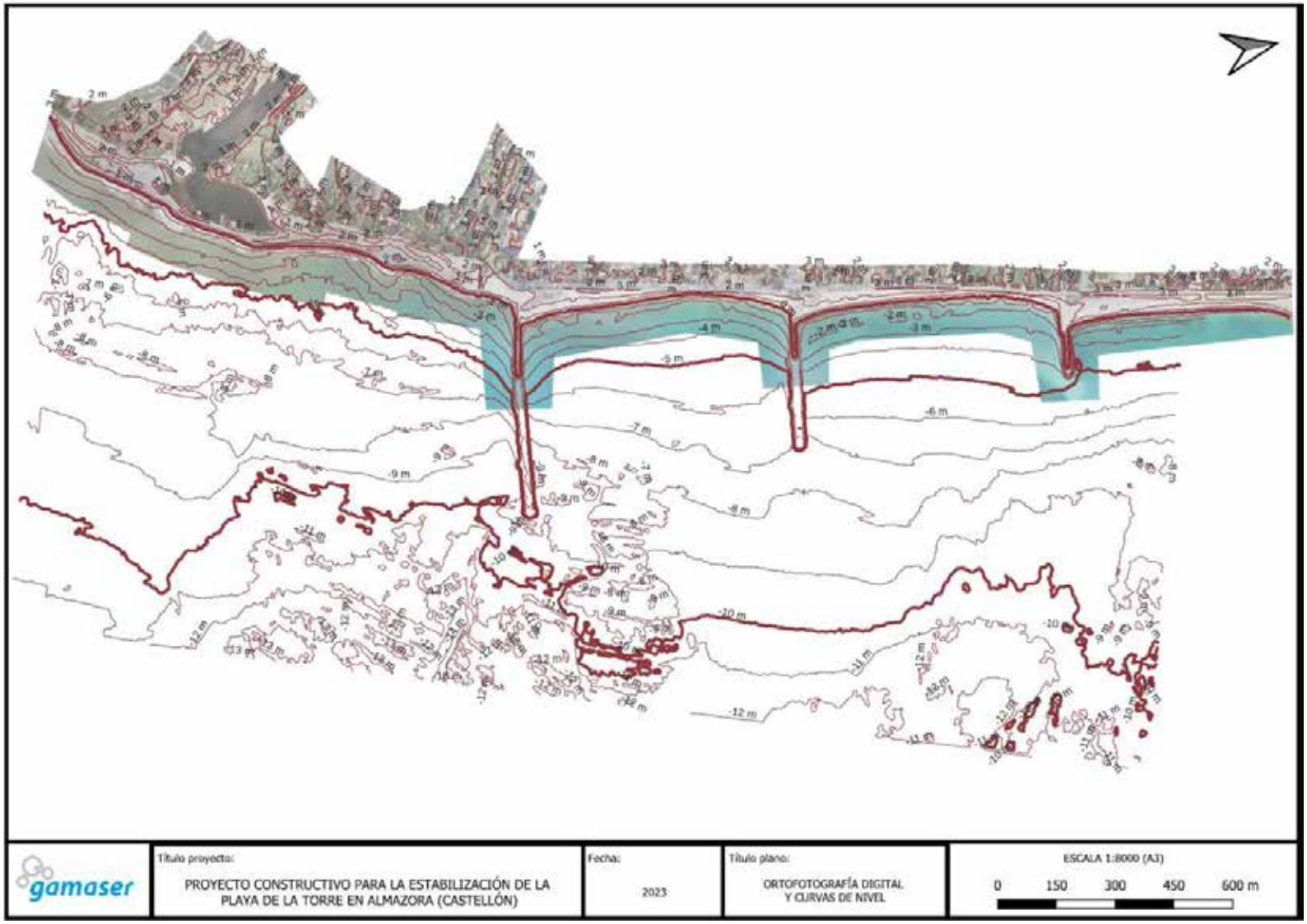


Figura 5. Topo-batimetría de detalle levantada en febrero de 2023 con objeto del "Proyecto Constructivo para la estabilización de la Playa de la Torre en Almazora (Castellón)".

- Ortofotografía de alta resolución de la costa de Almazora en estudio mostrada a continuación.

Figura 6. Ortofoto de la zona objeto de actuación.

- Cartografía actualizada de la zona de proyecto en la que se definen las siguientes clases: vallas, muros, señales, aceras, línea de costa, camino, carretera, edificios y línea de DPMT (esta última proporcionada por el SPCC).

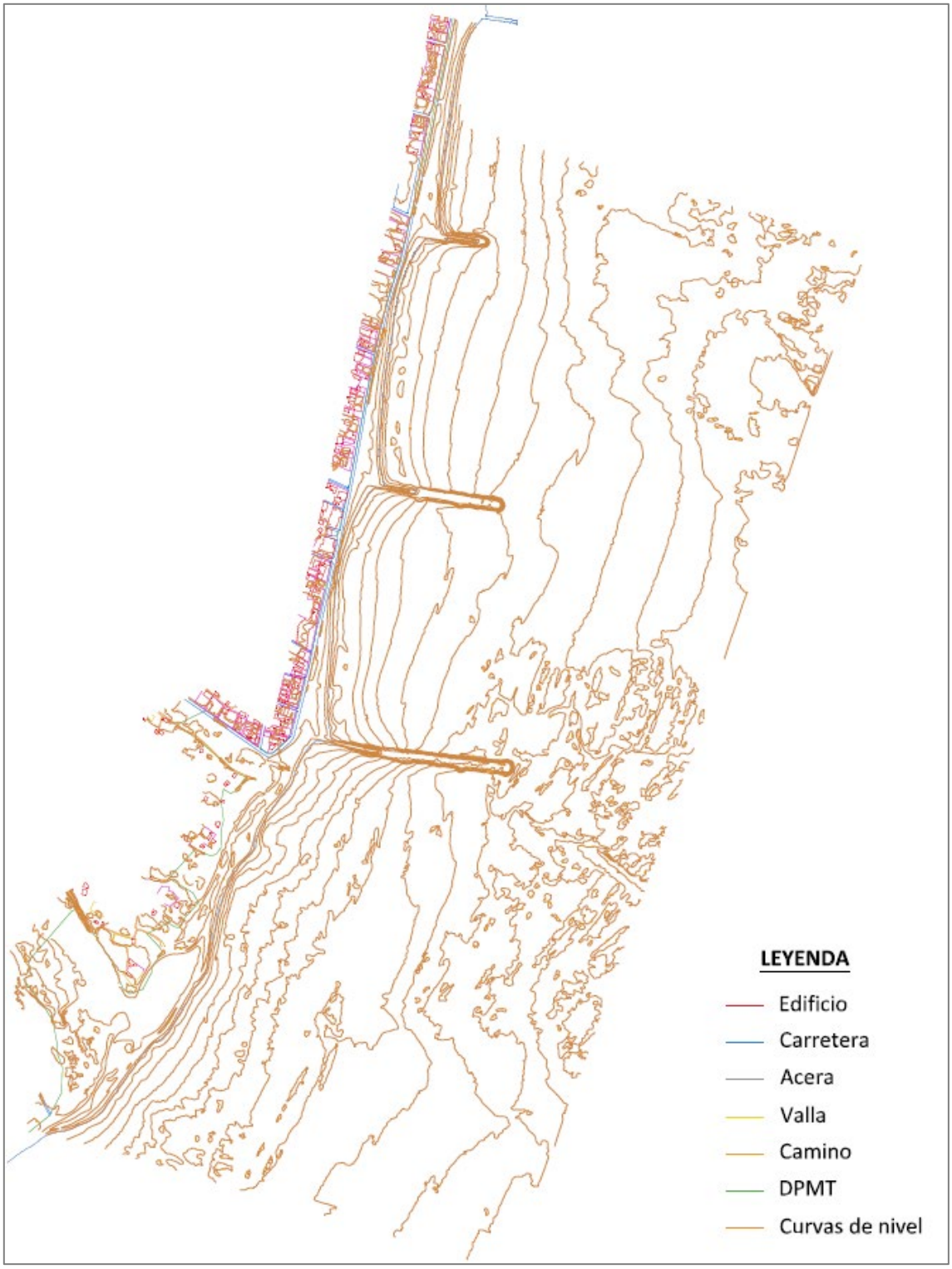


Figura 7. Cartografía actualizada de la zona de proyecto.

6 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

Con objeto de actualizar la información batimétrica disponible de la zona de proyecto, en febrero de 2023 se procedió al levantamiento batimétrico de ésta mediante su barrido con sonda multihaz hasta la isóbata de los 12 m. Todos los detalles de la campaña de campo efectuada y del procesamiento posterior de los datos quedan recogidos en el Anexo 4.2 de este documento, resumiéndose a continuación sus principales características.

6.1 Equipos empleados en el levantamiento hidrográfico

Los medios materiales y humanos empleados para el desarrollo de los trabajos fueron:

- GPS BASE, MONITOR INTEGRIDAD DATOS: Red GNSSo base propia radio-internet
- POSICIONAMIENTO NAVEGACIÓN: GPS RTK Tersus Bx316D
- ENLACE BASE-ROVER: GSm modem de abordo.
- MOVIMIENTOS Y OLEAJE: SMC IMU108-30 (0.02º de resolución angular)
- RUMBO: Sentencia HDT(Rumbo) del GPS Rtk.
- SONDA MULTIHAZ : Norbit Wbms+ 400 (200 a 700 Khz (0.9º * 512) up to 210º)
- SONAR DE BARRIDO LATERAL : Incluido en la multihaz
- LASER LIDAR: Velodyne VLP16
- SOFTWARE HIDROGRÁFICO: Hypack-Hysweep V.2020, Key hardlock serie-2533
- PC's CONTROL y NAVEGACIÓN: Dell Rugged Xtreme i7-32 MB
- COLUMNA VEL.PROGACIÓN SONIDO: Valeport mini-SVP
- VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN EN CABEZA: AML X2-Exchange
- EMBARCACIÓN LISTA 5ª: Estable Cat 680 5ª CP 2 1 2019
- PATRÓN PORTUARIO: Joan Navarro Sospedra
- HIDRÓGRAFO Senior: Juan Jesús Palomeque De la Vara

6.2 Fases de trabajo

1. Calibración de la sonda multihaz: medición de perfiles de propagación del sonido en el medio marino y parámetros ambientales de calibración de la sonda.

2. Determinación de separaciones entre los distintos dispositivos de medición integrados en la embarcación (medición de offsets mediante estación total)

3. Recolección de datos in situ, pasadas multihaz y sonar de barrido lateral (SSS), cuya equidistancia entre trazados se ajusta a la finalidad del estudio y a la profundidad de la zona muestreada, tal y como se muestra en los ejemplos de las imágenes a continuación.

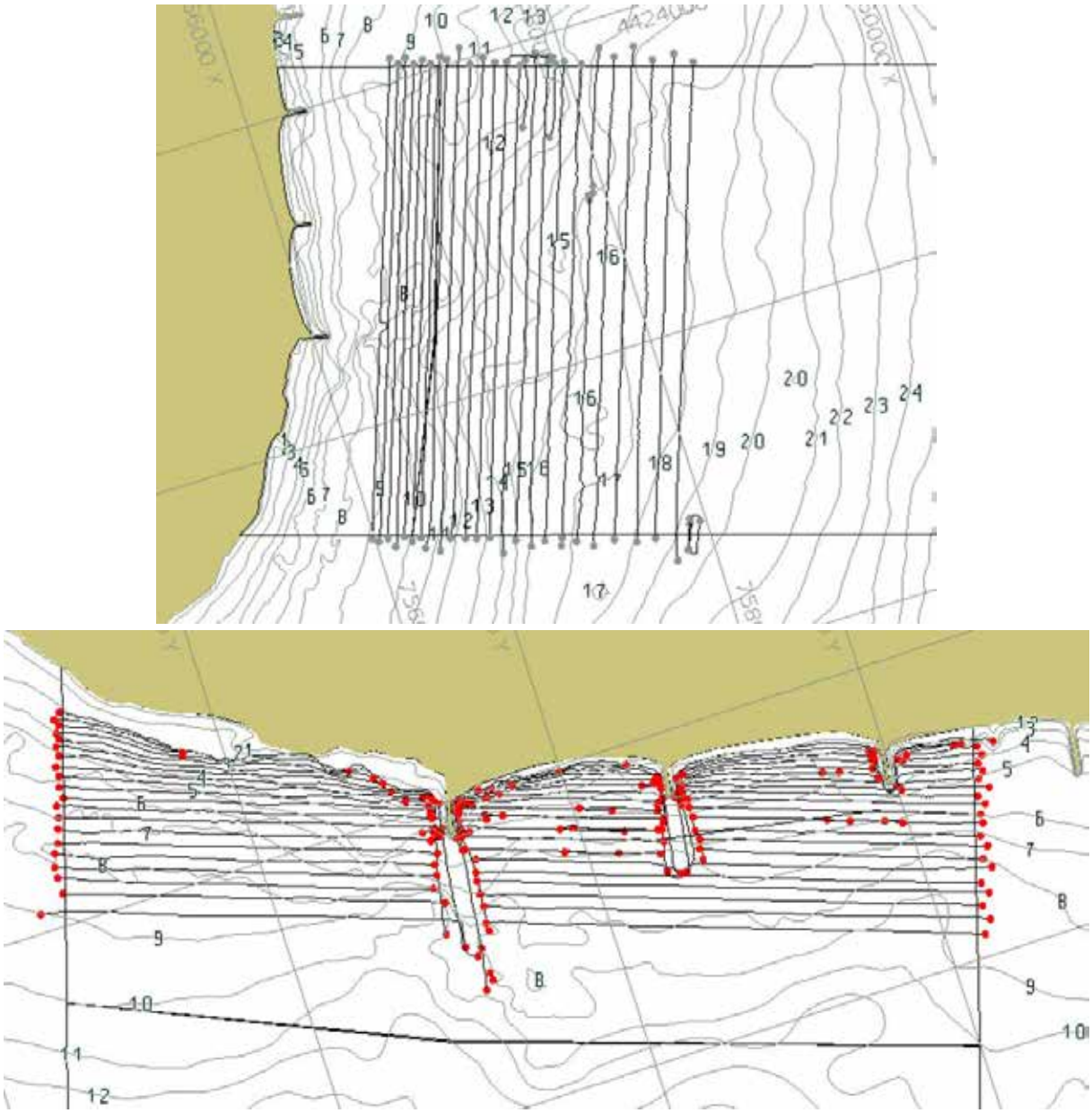


Figura 8. Croquis de algunas de las derrotas realizadas para el levantamiento batimétrico.

Las correcciones aplicadas durante la recolección de los datos, fueron:

- Corrección de velocidad del sonido
- Ajustes de marea RTK
- Calibración de la sonda

De forma simultánea, como parte de este trabajo de campo se procedió asimismo a la prospección del fondo marino con sonar de barrido lateral (SBL o SSS) hasta los 30 m de profundidad para la toma de sonogramas requeridos como parte de los estudios arqueológico (Anejo 3.3) y de biocenosis marinas (Anejo 3.6).

4. Procesado de los datos batimétricos

5. Elaboración del Modelo Digital de Profundidades (MDP)

6.3 Resultados

Como resultados de estos trabajos se obtiene:

- Topo-batimetría unificada de la zona de estudio (Modelo Digital del Terreno global)
- Sonografía del fondo marino para los estudios patrimonial y bionómico (ver Figura 9.)

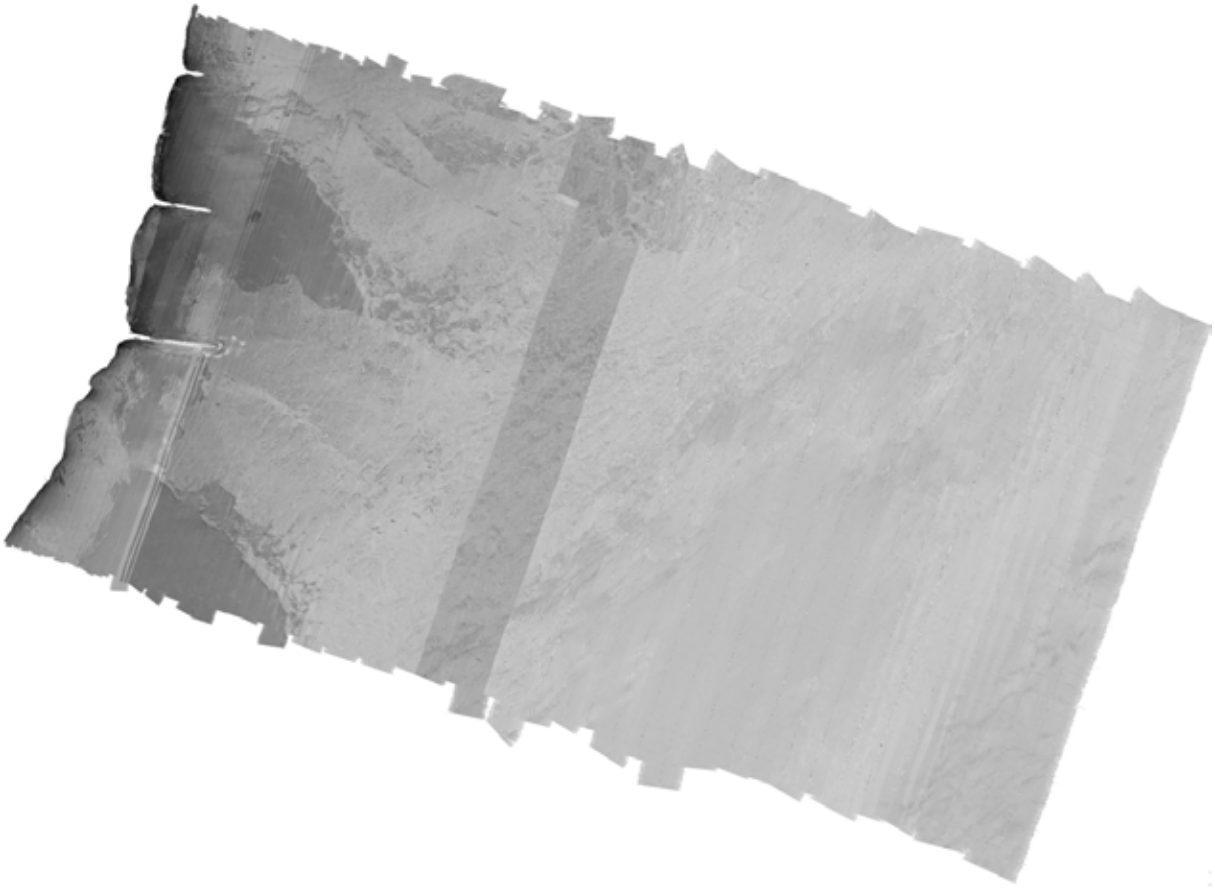


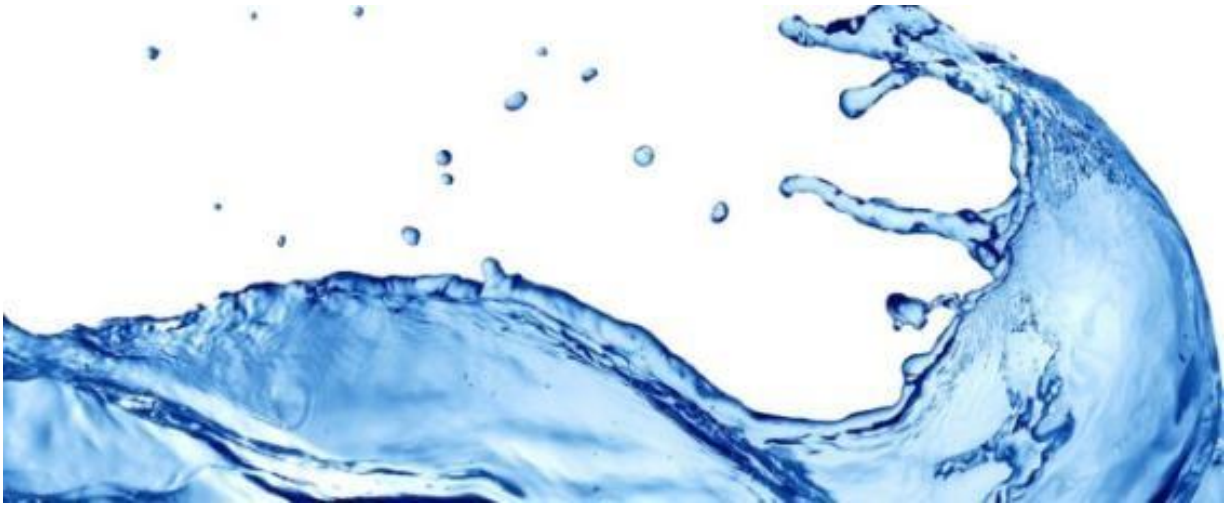
Figura 9. Sonografía del fondo marino de Almazora entre la costa y los 30 m de profundidad.

ANEXO 4.1:
MEMORIA DE LOS TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

EJ-2022.06.9058

EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"

TRABAJOS DE CAMPO DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE. TOPO-BATIMETRÍA Y BIOCENOSIS

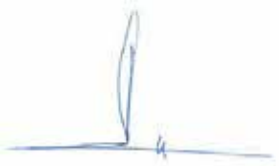


General de Análisis, Materiales y Servicios, S.L. (GAMASER)
CIF – B96315577
Calle del Corretger, 51, 4. Parque Táctica 46988 Paterna (Valencia)
Tel. +34 963 980 730
Fax. +34 963 980 719

Código Proyecto	EJ-OF-2022.06.9058
Proyecto	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)”
Cliente	INGEOMAR

Informe	TRABAJOS DE CAMPO DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE. TOPO-BATIMETRÍA Y BIOCENOSIS

Estudio realizado por	Mar Nieto Pérez
	Guadalupe García Blanco
	Ignacio Giner Ponce
	Alejo Muruaga Ilazarri

	Nombre	Fecha	Firma
Informe revisado por	Ignacio Giner Ponce Responsable Área Medio Marino	6/06/2023	
Informe aprobado por	Alejo Muruaga Ilazarri Director Dpto. Consultoría Ambiental		

REGISTRO DE CAMBIOS

CÓDIGO VERSIÓN	FECHA	SECCIÓN AFECTADA	OBSERVACIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA. 2

2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 2

2.1.1. Flujo de trabajo 2

2.1.2. Estudio previo y determinación de variables del trabajo 2

2.1.2.1. Recopilación de información cartográfica existente 3

2.1.2.2. Determinación del sistema de referencia del trabajo 4

2.1.2.3. Selección del equipo topográfico adecuado para el trabajo 4

2.1.3. Levantamiento GNSS RTK 6

2.1.3.1. Resultados. 7

2.1.4. Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas 14

2.1.4.1. Planificación 14

2.1.4.2. Resultados. 15

2.1.5. Levantamiento mediante vuelo dron 17

2.1.5.1. Especificaciones 18

2.1.5.2. Solape fotogramétrico 18

2.1.5.3. Puntos de control. 19

2.1.5.4. Resultados. 21

2.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS. 22

2.2.1. Estaciones de muestreo. 22

2.2.2. Trabajos de campo. 23

2.2.2.1. Cobertura. 23

2.2.2.2. Densidad. 25

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS 26

2.3.1. Área de estudio. Puntos de muestreo 26

2.3.2. Trabajos de campo 27

2.3.3. Trabajos de laboratorio. Análisis taxonómico 28

2.3.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados 30

2.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO. 35

2.4.1. Recopilación y estudio de la información existente 36
2.4.2. Prospección de los fondos marinos. 37
2.4.2.1. Introducción. Esquema de trabajo. 37
2.4.2.2. Prospección mediante Sonar de Barrido Lateral. 38
2.4.2.3. Exploración con cámara remolcada. 40
2.4.2.4. Integración de la información del SBL y de la cámara remolcada. .. 44
2.4.3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato identificados. 46

3. RESULTADOS. 47

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 47
3.1.1. Unión de resultados de la topografía y batimetría. 47
3.1.2. Curvas de nivel. 48
3.1.3. Cartografía. 49

3.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS. 50
3.2.1. Cobertura. 50
3.2.2. Densidad. 51

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS. 52
3.3.1.1. Dominancia 52
3.3.1.2. Parámetros estructurales 53
3.3.1.3. Análisis de agrupamientos 56
3.3.1.4. Adscripción bionómica 57
3.3.1.5. Valoración ambiental de los poblamientos 58

3.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO. 60
3.4.1. Investigación y resultados del sonar de barrido lateral 60
3.4.2. Prospección con cámara de vídeo remolcada. 61
3.4.3. Tratamiento de datos. Integración de la información. 65

4. EQUIPO DE TRABAJO 68

5. ANEJOS. 69

Anejo 1.Planos topobatimétricos

Anejo 2. Plano bionómico

1. INTRODUCCIÓN.

La empresa INGEOMAR S.L. (en adelante, el cliente) ha solicitado a GAMASER la realización de una serie de actividades relacionadas con la “EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON LA “REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE DE ALMAZORA (CASTELLÓN)””. La zona objeto del proyecto de regeneración y estabilización comprende la franja costera desde el límite norte la playa de la torre hasta la desembocadura del río Mijares.

Por tanto, la zona de estudio se contempla para un frente litoral de 2.900m. Por mar, la zona de estudio se extiende hasta la isobata de -30m.

Localización de la zona de estudio

2. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA.

2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.1.1. Flujo de trabajo

- Estudio previo y determinación de variables del trabajo
- Levantamiento GNSS RTK
- Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas
- Levantamiento mediante vuelo dron

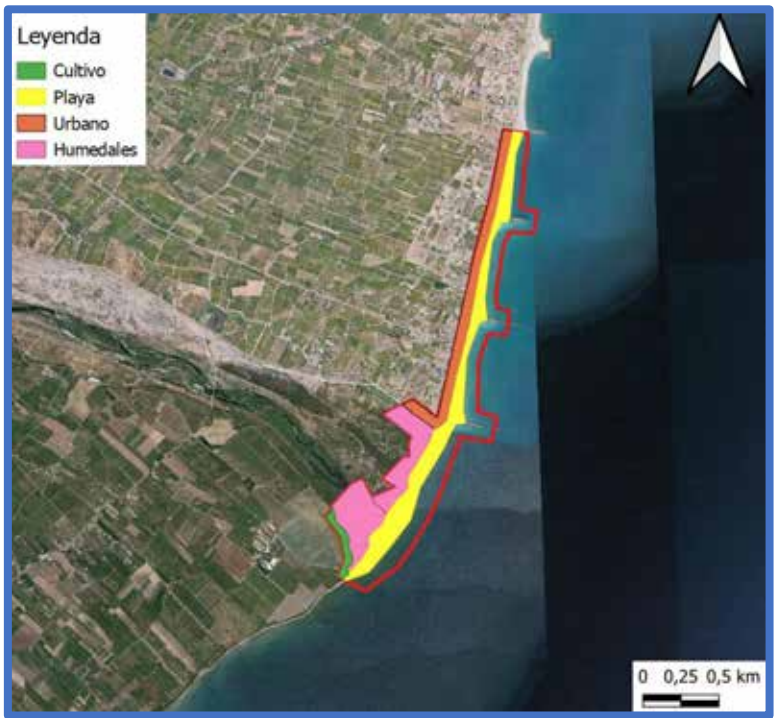
2.1.2. Estudio previo y determinación de variables del trabajo

La zona de trabajo está situada en el término municipal de Almassora al sureste en la zona costera con 3,2 km de longitud. La zona de trabajo se compone de playas, zonas de cultivos, zona urbana y zonas de humedales con vegetación media alta.

Zona de estudio

Dada la gran disparidad de entornos, se ha optado por la combinación de diferentes técnicas de captura de datos. Estas técnicas son la topografía clásica, el levantamiento GNSS y el levantamiento fotogramétrico por dron, con el objetivo de obtener información

detallada y confiable para la actualización de la cartografía y la combinación del modelo digital del terreno con el modelo batimétrico.



Tipos de terreno

2.1.2.1. Recopilación de información cartográfica existente

Se ha recopilado la información cartográfica existente. Esta información incluye diversos recursos cartográficos, que son utilizados como referencia y apoyo en el levantamiento y el procesado de los datos.

- CV05 ICV: proporciona información detallada sobre la topografía, la hidrografía, la vegetación etc, dentro de la Comunidad Valenciana. Constituye una base cartográfica de referencia para el análisis y la planificación del proyecto en la zona de trabajo.

- LIDAR 2ª Cobertura (2015-Actualidad): Estos datos LIDAR proporcionan información precisa sobre la topografía del terreno en forma de nubes de puntos tridimensionales las cuales pueden complementar a los datos del vuelo fotogramétrico.

- Ortofoto PNOA Máxima Actualidad: Estas ortofotografías son utilizadas para la visualización y la interpretación de la zona de trabajo antes del levantamiento fotogramétrico.

2.1.2.2. Determinación del sistema de referencia del trabajo

El sistema de referencia seleccionado es el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) en la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con la zona UTM 30.

Para la obtención de altitudes ortométricas se ha utilizado el geoide EGM08-REDNAP. Este es un modelo de geoide de alta precisión desarrollado específicamente para la región de España que toma como referencia el nivel medio del mar Mediterráneo en Alicante. Proporciona altitudes ortométricas precisas y consistentes en el área de estudio.

2.1.2.3. Selección del equipo topográfico adecuado para el trabajo

La selección de estos equipos topográficos se ha realizado en función de las necesidades específicas del proyecto, teniendo en cuenta la precisión requerida, la capacidad de operación en entornos diversos como la playa y las zonas de vegetación y la eficiencia en la captura de datos. Estos equipos topográficos ofrecen una combinación de alta precisión, durabilidad y facilidad de uso, lo que garantiza la calidad y confiabilidad de los datos geoespaciales obtenidos en el trabajo.

- REACH RS2+ es un receptor GNSS de alta precisión con capacidad de posicionamiento en tiempo real y capacidad de post-procesamiento. Este equipo ofrece una precisión de posicionamiento centimétrica.

- Leica FlexLine TS07 es una estación total de alta precisión. Ofrece una precisión angular de hasta 0,5 segundos de arco y una precisión de distancia de hasta 1 mm + 1,5 ppm.

- PHANTOM 4 RTK es un dron de alta precisión equipado con un receptor GNSS RTK integrado, que permite la captura de datos geoespaciales con una precisión centimétrica en tiempo real.

REACH RS2+

REACH RS2+
Technical specifications

POSITIONING

Precision	RTK	H: 7 mm+1 ppm V: 14 mm+1 ppm
Convergence time		<5 s typically
Signal tracked		GPS/QZSS L1C/A, L2C; GLONASS L1OF, L2OF; BeiDou B1I, B2I; Galileo E1-BC, E5b
Number of channels		184
Update rates		Up to 10 Hz
IMU		100F

CONNECTIVITY

UHF LoRa radio	Frequency range	868/915 MHz
	Power	0.1 W
	Distance	Up to 8 km
LTE modem	Regions	Global
	Bands	FDD-LTE: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 18, 19, 20, 26, 28, 66 TD-LTE: 38, 40, 41 UMTS (WCDMA/FDD): 1, 2, 4, 5, 6, 8, 19 Quad Band: 850/1900, 900/1800 MHz
	SIM card	Nano-SIM
Wi-Fi		802.11 b/g/n
Bluetooth		4.0/2.1 EDR
Ports		RS-232, USB Type-C
Data Protocols	Corrections	NTRIP, RTCM3
	Position output	NMEA, LLH/XYZ
Data logging		RINEX at update rate up to 10 Hz
Internal storage		16 GB

LEICA FLEXLINE TS07

MEDICIÓN ANGULAR	
Precisión Hz y V	Absoluto, continuo, diametral[1]
	■ Resolución de la pantalla: 0,1" (0,1 mgon) ■ Compensación de cuádruple eje ■ Configuración de precisión del compensador[2]: 0,5" / 1" / 1,5" / 2" ■ Alcance del compensador: +/- 4' ■ Resolución del nivel electrónico: 2" ■ Sensibilidad del nivel esférico: 6' / 2 mm
Medición de distancias	
Alcance	■ Prisma (GPR1, GPH1P): 1,5 m a 3.500 m ■ Prism GPR1 (modo de largo alcance) › 10.000 m
	Sin Prisma / A cualquier superficie ■ R500[3] ■ R1000[4]
Precisión / Tiempo de Medición	Normal (a prisma) ■ Más preciso / Una vez: 1 mm + 1,5 ppm (normalmente 2,4 s) ■ Preciso y rápido / Una vez y rápido: 2 mm + 1,5 ppm (normalmente 2 s) ■ Seguimiento / Continuo: 3 mm + 1,5 ppm (normalmente < 0,15 s) ■ Promedio: 1 mm + 1,5 ppm ■ Modo de largo alcance / › 4 km: 5 mm + 2 ppm (normalmente 2,5 s)
	Sin Prisma / A cualquier superficie ■ 0 m - 500 m: 2 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s) ■ › 500 m: 4 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s)
Tamaño del punto láser	■ A 30 m: 7 mm x 10 mm ■ A 50 m: 8 mm x 20 mm ■ A 100 m: 16 mm x 25 mm
Objetivo	■ Aumento: 30x ■ Poder de resolución: 3" ■ Alcance de enfoque: 1,55 m/5,08 ft al infinito ■ Campo visual: 1°30' / 1,66 gon / 2,7 m a 100 m

Leica FlexLine TS07

PHANTOM 4 RTK

GNSS

Frecuencia utilizada:
GPS: L1/L2;
GLONASS: L1/L2;
BeiDou: B1/B2;
Galileo*: E1/E5a

Tiempo de primer posicionamiento: < 50 s

Vertical 1.5 cm + 1 ppm (Media cuadrática);
Horizontal 1 cm + 1 ppm (Media cuadrática)
1 ppm indica un incremento del error de 1 mm por cada 1 km de movimiento de la aeronave.

Cámara

Sensor	1" CMOS Píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV 84° 8.8 mm / 24mm (formato equivalente a 35 mm) f/2.8 - f/11, enfoque a 1 m - ∞
Velocidad obturador mecánico	8 - 1/2000 s
Velocidad del obturador electrónico	8 - 1/8000 s
Tamaño máx. de imagen	4864×3648 (4:3); 5472×3648 (3:2)
Formatos de fotografía	JPEG
Rango de temperatura de funcionamiento	0 a 40 °C (32 a 104 °F)

2.1.3. Levantamiento GNSS RTK

El trabajo topográfico se ha realizado con los equipos GPS, utilizado en modo RTK (Real Time Kinematic) conectados a la Red Estaciones Permanentes de Instituto Geográfico Nacional (IGN) para obtener correcciones en tiempo real y asegurar la precisión de los datos obtenidos.

El levantamiento GNSS, se ha utilizado para establecer las bases necesarias para la realización de perfiles marinos, obtener las coordenadas de puntos de apoyo para el vuelo fotogramétrico y obtener puntos de control para el ajuste altimétrico del trabajo.

- En primer lugar, se han establecido puntos de apoyo en terreno firme, utilizando los receptores GNSS. Estos puntos de apoyo se han utilizado para georeferenciar el vuelo fotogramétrico realizado con dron.
- Al mismo tiempo, se han tomado puntos de suelo como referencia asegurando así la precisión y exactitud del modelo digital del terreno obtenido.

- También se han capturado puntos en las cabeceras de los perfiles marinos, con el fin de determinar la línea de costa en el momento de la captura de los perfiles. Estos puntos se han utilizado para la delimitación precisa de la zona de estudio en el mar y para la obtención de perfiles marinos precisos.

- Por último, se han tomado los puntos de las bases para la estación total y sus respectivas referencias para su orientación.

2.1.3.1. Resultados.

Listado de puntos obtenidos:

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
1	Bases	B1	756277,215	4423993,584	0,012	0,02	1,544
2	Bases	R1	756183,093	4424038,656	0,012	0,02	3,21
3	Suelo		756250,03	4423994,405	0,012	0,02	1,565
4	Otro		756276,195	4424009,744	0,012	0,02	0,606
5	Costa		756276,468	4424010,573	0,012	0,02	0,353
6	Costa		756275,605	4424014,779	0,012	0,02	0,261
7	Costa		756273,853	4424021,12	0,012	0,02	0,168
8	Suelo		756270,537	4424022,243	0,012	0,02	0,812
9	Suelo		756268,152	4424035,464	0,012	0,02	0,944
10	Costa		756268,91	4424043,145	0,012	0,02	0,584
11	Suelo		756267,001	4424052,769	0,012	0,02	1,012
12	Suelo		756266,815	4424063,482	0,012	0,02	0,937
13	Suelo		756262,101	4424068,75	0,012	0,02	1,66
14	Suelo		756258,24	4424071,652	0,012	0,02	1,258
15	Suelo		756266,191	4424078,042	0,012	0,02	1,059
16	Suelo		756266,496	4424094,954	0,012	0,02	1,014
17	Otro		756268,695	4424109,104	0,012	0,02	1,091
18	Suelo		756269,681	4424122,706	0,012	0,02	0,993
19	Suelo		756271,141	4424137,158	0,012	0,02	1,011
20	Suelo		756258,775	4424146,657	0,012	0,02	2,005
21	Suelo		756251,41	4424147,967	0,012	0,02	2,815
22	Suelo		756239,165	4424150,906	0,012	0,02	2,817
23	Suelo		756225,194	4424151,055	0,012	0,02	2,609
24	Planimetria		756225,082	4424149,401	0,012	0,02	2,72
25	Planimetria		756215,642	4424152,32	0,012	0,02	2,933
26	Suelo		756250,342	4424167,17	0,012	0,02	2,783
27	Suelo		756269,868	4424178,418	0,012	0,02	1,696
28	Suelo		756275,997	4424179,013	0,012	0,02	1,037
29	Suelo		756278,902	4424179,51	0,012	0,02	0,573

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
30	Costa		756279,708	4424179,621	0,012	0,02	0,38
31	Suelo		756278,603	4424198,799	0,012	0,02	0,934
32	Otro		756280,966	4424206,995	0,012	0,02	0,817
33	Suelo		756279,013	4424217,086	0,012	0,02	1,061
34	Suelo		756275,778	4424219,772	0,012	0,02	1,655
35	Suelo		756268,919	4424222,077	0,012	0,02	2,049
36	Suelo		756255,825	4424225,799	0,012	0,02	2,737
37	Suelo		756238,547	4424231,701	0,012	0,02	3,234
38	Planimetria		756238,525	4424239,507	0,012	0,02	3,161
39	Planimetria		756241,309	4424253,233	0,012	0,02	3,191
40	Suelo		756256,628	4424291,13	0,012	0,02	3,323
41	Suelo		756259,25	4424309,554	0,012	0,02	3,257
42	Planimetria		756250,769	4424325,243	0,012	0,02	2,781
43	Planimetria		756247,528	4424320,136	0,012	0,02	2,771
44	Planimetria		756278,644	4424317,723	0,012	0,02	1,816
45	Planimetria		756288,626	4424316,438	0,012	0,02	1,495
46	Suelo		756294,125	4424316,566	0,012	0,02	0,917
47	Otro		756294,036	4424298,159	0,012	0,02	0,777
48	Suelo		756294,965	4424316,284	0,012	0,02	0,87
49	Costa		756299,063	4424320,443	0,012	0,02	0,496
50	Suelo		756287,821	4424325,962	0,012	0,02	1,475
51	Suelo		756279,289	4424332,109	0,012	0,02	1,935
52	Suelo		756272,298	4424350,832	0,012	0,02	2,536
53	Suelo		756266,623	4424355,714	0,012	0,02	2,761
54	Suelo		756260,475	4424357,431	0,012	0,02	2,735
55	Planimetria		756231,004	4424351,658	0,012	0,02	2,538
56	Suelo		756290,329	4424367,227	0,012	0,02	1,409
57	Otro		756302,483	4424382,506	0,012	0,02	0,937
58	Suelo		756305,522	4424386,723	0,012	0,02	0,605
59	Suelo		756306,831	4424401,284	0,012	0,02	0,905
60	Suelo		756310,763	4424417,548	0,012	0,02	0,755
61	Costa		756312,823	4424437,301	0,012	0,02	0,545
62	Suelo		756313,525	4424447,259	0,012	0,02	0,832
63	Suelo		756319,645	4424475,104	0,012	0,02	0,874
64	Suelo		756323,451	4424497,332	0,012	0,02	0,801
65	Suelo		756326,679	4424505,335	0,012	0,02	0,689
66	Otro		756348,366	4424555,191	0,012	0,02	0,709
67	Otro		756349,985	4424569,756	0,012	0,02	0,811
68	Suelo		756349,964	4424569,771	0,012	0,02	0,81
69	Costa		756362,944	4424576,235	0,012	0,02	0,34
70	Costa		756373,31	4424585,223	0,012	0,02	0,399
71	Suelo		756358,377	4424598,702	0,012	0,02	2,014
72	Suelo		756332,268	4424589,818	0,012	0,02	2,511
73	Suelo		756316,97	4424571,908	0,012	0,02	2,921

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
74	Planimetria		756306,175	4424577,895	0,012	0,02	2,602
75	Planimetria		756305,142	4424574,089	0,012	0,02	2,606
76	Planimetria		756291,991	4424516,921	0,012	0,02	2,765
77	Suelo		756289,644	4424471,133	0,012	0,02	3,357
78	Suelo		756260,633	4424316,862	0,012	0,02	3,237
79	Planimetria		756230,043	4424199,775	0,012	0,02	3,381
80	Planimetria		756206,005	4424146,894	0,012	0,02	3,066
81	Planimetria		756185,608	4424075,415	0,012	0,02	3,273
82	Otro	Gcp	756184,761	4424028,935	0,012	0,02	3,063
83	Otro		756192,438	4424031,006	0,012	0,02	3,497
84	Otro		756207,653	4423987,354	0,012	0,02	0,629
85	Suelo		756199,484	4423986,849	0,012	0,02	0,921
86	Suelo		756195,366	4423989,24	0,012	0,02	1,449
87	Suelo		756209,576	4424008,496	0,012	0,02	1,879
88	Planimetria		756189,078	4424015,106	0,012	0,02	2,877
89	Planimetria		756170,076	4423965,349	0,012	0,02	2,984
90	Planimetria		756167,516	4423953,941	0,012	0,02	2,947
91	Planimetria		756161,766	4423928,852	0,012	0,02	2,878
92	Otro		756169,217	4423930,205	0,012	0,02	2,655
93	Suelo		756122,987	4423883,714	0,012	0,02	1,913
94	Suelo		756121,98	4423881,208	0,012	0,02	1,59
95	Suelo		756117,683	4423873,081	0,012	0,02	1,587
96	Suelo		756124,477	4423873,799	0,012	0,02	1,539
97	Suelo		756132,722	4423875,639	0,012	0,02	2,157
98	Suelo		756143,041	4423873,495	0,012	0,02	2,72
99	Suelo		756149,772	4423870,966	0,012	0,02	2,608
100	Otro		756145,759	4423857,669	0,012	0,02	2,608
101	Otro		756122,413	4423777,543	0,012	0,02	2,755
102	Otro	Clavo br43	756133,267	4423819,123	0,012	0,02	3,395
103	Otro	Icv	756138,328	4423834,299	0,012	0,02	3,376
104	Suelo		756107,45	4423694,079	0,012	0,02	2,359
105	Suelo		756115,843	4423692,548	0,012	0,02	1,61
106	Suelo		756125,381	4423689,868	0,012	0,02	1,113
107	Suelo		756115,546	4423673,926	0,012	0,02	1,349
108	Otro		756122,642	4423689,589	0,012	0,02	1,208
109	Costa		756124,72	4423665,554	0,012	0,02	0,401
110	Costa		756122,612	4423648,377	0,012	0,02	0,48
111	Costa		756119,05	4423630,225	0,012	0,02	0,526
112	Costa		756116,745	4423611,566	0,012	0,02	0,506
113	Costa		756115,345	4423586,25	0,012	0,02	0,35
114	Otro		756113,865	4423579,257	0,012	0,02	0,51
115	Costa		756111,213	4423565,013	0,012	0,02	0,558
116	Costa		756109,412	4423548,203	0,012	0,02	0,365
117	Suelo		756093,761	4423584,032	0,012	0,02	1,989

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
118	Suelo		756080,809	4423590,344	0,012	0,02	2,694
119	Otro	Gcp	756081,294	4423592,714	0,012	0,02	3,356
120	Costa		756106,79	4423519,505	0,012	0,02	0,531
121	Costa		756106,198	4423505,448	0,012	0,02	0,339
122	Costa		756104,443	4423494,997	0,012	0,02	0,391
123	Costa		756103,258	4423472,717	0,012	0,02	0,318
124	Costa		756103,247	4423463,233	0,012	0,02	0,458
125	Costa		756103,286	4423451,244	0,012	0,02	0,329
126	Costa		756101,83	4423439,906	0,012	0,02	0,399
127	Costa		756100,587	4423426,597	0,012	0,02	0,696
128	Suelo		756095,643	4423408,468	0,012	0,02	1,33
129	Costa		756100,523	4423402,066	0,012	0,02	0,497
130	Costa		756103,875	4423389,886	0,012	0,02	0,264
131	Costa		756103,062	4423374,674	0,012	0,02	0,535
132	Suelo		756101,821	4423361,768	0,012	0,02	0,622
133	Costa		756105,241	4423362,244	0,012	0,02	0,542
134	Costa		756108,038	4423349,245	0,012	0,02	0,461
135	Costa		756112,997	4423338,187	0,012	0,02	0,213
136	Costa		756118,814	4423327,768	0,012	0,02	0,241
137	Suelo		756115,99	4423319,589	0,012	0,02	1,488
138	Suelo		756115,737	4423317,989	0,012	0,02	1,464
139	Suelo		756119,38	4423322,15	0,012	0,02	1,473
140	Suelo		756134,039	4423316,944	0,012	0,02	1,439
141	Suelo		756146,856	4423314,964	0,012	0,02	1,505
142	Suelo		756160,329	4423313,62	0,012	0,02	1,505
143	Suelo		756172,984	4423310,663	0,012	0,02	1,477
144	Suelo		756182,078	4423309,491	0,012	0,02	1,449
145	Suelo		756099,562	4423324,601	0,012	0,02	1,505
146	Planimetria		756024,326	4423359,063	0,012	0,02	2,871
147	Planimetria		756048,201	4423451,273	0,012	0,02	2,708
148	Planimetria		756050,239	4423465,083	0,012	0,02	2,731
149	Planimetria		756084,629	4423641,107	0,012	0,02	2,977
150	Planimetria		756089,153	4423662,727	0,012	0,02	2,988
151	Planimetria		756095,412	4423694,976	0,012	0,02	2,959
152	Planimetria		756101,362	4423693,594	0,012	0,02	2,81
153	Bases	B3	755333,039	4421630,781	0,012	0,02	1,784
154	Bases	R3	755272,58	4421606,796	0,012	0,02	0,914
155	Otro		755245,644	4421578,081	0,012	0,02	0,639
156	Suelo		755245,992	4421585,878	0,012	0,02	0,879
157	Suelo		755244,5	4421591,643	0,012	0,02	1,072
158	Suelo		755241,804	4421602,246	0,012	0,02	0,604
159	Suelo		755240,511	4421605,891	0,012	0,02	1,772
160	Suelo		755237,822	4421611,566	0,012	0,02	2,265
161	Suelo		755231,584	4421619,262	0,012	0,02	2,078

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
162	Suelo		755253,196	4421639,823	0,012	0,02	1,887
163	Suelo		755260,409	4421636,911	0,012	0,02	1,718
164	Suelo		755263,909	4421631,611	0,012	0,02	1,836
165	Suelo		755267,69	4421627,426	0,012	0,02	2,363
166	Suelo		755270,141	4421624,085	0,012	0,02	1,788
167	Suelo		755272,242	4421620,018	0,012	0,02	1,699
168	Suelo		755275,074	4421616,667	0,012	0,02	1,083
169	Suelo		755277,132	4421614,464	0,012	0,02	0,752
170	Suelo		755279,957	4421607,206	0,012	0,02	0,814
171	Suelo		755282,712	4421603,709	0,012	0,02	1,374
172	Suelo		755290,306	4421600,394	0,012	0,02	1,361
173	Suelo		755299,836	4421605,987	0,012	0,02	1,412
174	Suelo		755308,068	4421610,812	0,012	0,02	1,479
175	Suelo		755310,547	4421609,871	0,012	0,02	1,252
176	Otro		755310,578	4421609,864	0,012	0,02	1,253
177	Suelo		755319,356	4421615,88	0,012	0,02	1,281
178	Suelo		755318,05	4421618,153	0,012	0,02	1,627
179	Suelo		755316,412	4421622,672	0,012	0,02	1,48
180	Suelo		755339,8	4421630,924	0,012	0,02	1,35
181	Suelo		755347,71	4421635,972	0,012	0,02	1,28
182	Suelo		755348,944	4421642,792	0,012	0,02	1,517
183	Suelo		755349,47	4421649,326	0,012	0,02	1,681
184	Suelo		755359,942	4421661,236	0,012	0,02	1,738
185	Suelo		755371,326	4421674,446	0,012	0,02	1,709
186	Otro		755379,348	4421678,018	0,012	0,02	1,325
187	Suelo		755371,008	4421704,823	0,012	0,02	0,476
188	Otro	Gcp	755339,641	4421712,5	0,012	0,02	3,134
189	Suelo		755348,634	4421723,342	0,012	0,02	2,392
190	Suelo		755351,941	4421719,989	0,012	0,02	1,229
191	Suelo		755359,608	4421717,985	0,012	0,02	0,768
192	Suelo		755376,777	4421712,03	0,012	0,02	0,663
193	Suelo		755382,3	4421709,678	0,012	0,02	0,508
194	Suelo		755383,688	4421708,666	0,012	0,02	0,968
195	Suelo		755387,164	4421706,605	0,012	0,02	1,252
196	Suelo		755389,415	4421706,127	0,012	0,02	1,771
197	Suelo		755393,296	4421703,05	0,012	0,02	1,636
198	Suelo		755397,057	4421704,059	0,012	0,02	1,079
199	Suelo		755400,928	4421702,412	0,012	0,02	1,185
200	Otro		755428,782	4421745,268	0,012	0,02	1,249
201	Suelo		755432,835	4421764,101	0,012	0,02	1,944
202	Suelo		755437,971	4421772,761	0,012	0,02	1,756
203	Suelo		755463,5	4421801,199	0,012	0,02	1,815
204	Suelo		755476,12	4421807,056	0,012	0,02	1,667
205	Otro		755483,746	4421811,227	0,012	0,02	2,062

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
206	Suelo		755480,095	4421817,189	0,012	0,02	2,074
207	Suelo		755476,26	4421822,019	0,012	0,02	1,812
208	Suelo		755471,435	4421832,623	0,012	0,02	1,542
209	Suelo		755466,114	4421838,87	0,012	0,02	0,279
210	Suelo		755493,842	4421829,831	0,012	0,02	1,997
211	Suelo		755509,695	4421846,306	0,012	0,02	1,796
212	Otro		755541,359	4421878,339	0,012	0,02	2,129
213	Suelo		755555,651	4421904,397	0,012	0,02	2,205
214	Suelo		755564,055	4421942,325	0,012	0,02	0,328
215	Suelo		755567,256	4421941,4	0,012	0,02	1,214
216	Suelo		755575,635	4421937,228	0,012	0,02	2,14
217	Suelo		755577,438	4421936,072	0,012	0,02	2,178
218	Suelo		755580,642	4421936,472	0,012	0,02	1,718
219	Otro		755591,391	4421953,717	0,012	0,02	1,783
220	Bases	B2	755968,076	4422635,64	0,012	0,02	1,297
221	Bases	R2	755885,961	4422670,797	0,012	0,02	2,323
222	Otro		755640,216	4422062,715	0,012	0,02	1,961
223	Suelo		755632,255	4422066,414	0,012	0,02	2,142
224	Suelo		755635,087	4422089,2	0,012	0,02	2,313
225	Suelo		755644,393	4422095,716	0,012	0,02	2,74
226	Suelo		755640,999	4422109,468	0,012	0,02	2,198
227	Suelo		755646,963	4422127,116	0,012	0,02	2,159
228	Suelo		755641,513	4422139,514	0,012	0,02	2,524
229	Suelo		755650,623	4422146,262	0,012	0,02	2,297
230	Suelo		755657,755	4422156,137	0,012	0,02	1,472
231	Suelo		755663,305	4422163,779	0,012	0,02	0,846
232	Otro		755671,758	4422184,579	0,012	0,02	0,817
233	Suelo		755674,813	4422202,49	0,012	0,02	0,949
234	Suelo		755661,159	4422211,738	0,012	0,02	2,41
235	Suelo		755647,381	4422220,234	0,012	0,02	1,73
236	Suelo		755685,661	4422238,79	0,012	0,02	1,026
237	Suelo		755696,504	4422254,307	0,012	0,02	0,741
238	Suelo		755707,162	4422278,997	0,012	0,02	0,909
239	Suelo		755720,985	4422302,341	0,012	0,02	1,629
240	Otro		755736,592	4422313,621	0,012	0,02	1,007
241	Suelo		755759,511	4422371,394	0,012	0,02	1,609
242	Suelo		755763,596	4422378,36	0,012	0,02	0,892
243	Suelo		755767,332	4422391,803	0,012	0,02	1,399
244	Suelo		755773,981	4422409,036	0,012	0,02	1,098
245	Otro		755780,892	4422426,76	0,012	0,02	1,703
246	Suelo		755788,733	4422440,392	0,012	0,02	1,72
247	Suelo		755799,156	4422451,386	0,012	0,02	1,434
248	Suelo		755813,045	4422468,531	0,012	0,02	1,042
249	Suelo		755833,527	4422497,903	0,012	0,02	1,376

id	TipoPunto	Comentario	X	Y	PrecisionH	PrecisionV	Z orto
250	Suelo		755856,066	4422513,373	0,012	0,02	0,682
251	Otro		755856,098	4422513,385	0,012	0,02	0,662
252	Suelo		755868,514	4422556,659	0,012	0,02	1,257
253	Suelo		755858,327	4422558,148	0,012	0,02	1,067
254	Otro		755889,293	4422591,53	0,012	0,02	0,78
255	Suelo		755906,879	4422620,333	0,012	0,02	1,015
256	Suelo		755916,232	4422628,63	0,012	0,02	0,693
257	Costa		755925,587	4422632,621	0,012	0,02	0,596
258	Otro		755965,767	4422651,416	0,012	0,02	0,494
259	Suelo		755961,96	4422657,774	0,012	0,02	1,065
260	Suelo		755959,326	4422678,459	0,012	0,02	0,521
261	Suelo		755957,568	4422688,689	0,012	0,02	0,49
262	Suelo		755954,412	4422714,564	0,012	0,02	0,587
263	Suelo		755955,893	4422733,444	0,012	0,02	0,618
264	Suelo		755956,801	4422756,513	0,012	0,02	0,535
265	Suelo		755957,518	4422763,172	0,012	0,02	0,466
266	Otro		755958,337	4422782,113	0,012	0,02	0,471
267	Suelo		755959,043	4422814,464	0,012	0,02	0,592
268	Suelo		755961,419	4422831,314	0,012	0,02	0,542
269	Suelo		755961,989	4422840,292	0,012	0,02	0,808
270	Suelo		755964,512	4422857,425	0,012	0,02	0,829
271	Suelo		755966,022	4422868,079	0,012	0,02	0,886
272	Suelo		755971,521	4422906,92	0,012	0,02	0,797
273	Suelo		755976,029	4422933,754	0,012	0,02	0,767
274	Otro		755977,243	4422942,461	0,012	0,02	0,714
275	Costa		755982,657	4422965,107	0,012	0,02	0,334
276	Costa		755984,013	4422978,494	0,012	0,02	0,305
277	Costa		755985,182	4422989,854	0,012	0,02	0,243
278	Costa		755985,605	4423002,62	0,012	0,02	0,281
279	Costa		755986,717	4423019,15	0,012	0,02	0,402
280	Costa		755988,877	4423028,694	0,012	0,02	0,209
281	Costa		755989,217	4423039,409	0,012	0,02	0,251
282	Costa		755989,708	4423050,129	0,012	0,02	0,3
283	Costa		755990,695	4423063,738	0,012	0,02	0,294
284	Costa		755991,44	4423071,542	0,012	0,02	0,275
285	Otro		755991,285	4423083,961	0,012	0,02	0,733
286	Suelo		755987,026	4423082,885	0,012	0,02	1,375
287	Otro	Gcp	755980,255	4423089,649	0,012	0,02	2,986
288	Planimetria		755979,662	4423101,502	0,012	0,02	2,525
289	Planimetria		755996,69	4423168,382	0,012	0,02	2,63
290	Otro		756006,775	4423211,397	0,012	0,02	2,574
291	Otro		756060,613	4423304,409	0,012	0,02	0,906

2.1.4. Levantamiento Topográfico mediante técnicas clásicas

Con el fin de enlazar la batimetría con la topografía, se han realizado perfiles en la interfase marítimo terrestre hasta una cota de -2m. Estos perfiles se han realizado mediante estación total siguiendo un plan de muestreo previamente establecido, con puntos de control previamente fijados en el terreno. Estos perfiles topográficos son de vital importancia para la comprensión de la topografía del área de estudio, así como para establecer una conexión precisa entre la batimetría y la topografía terrestre.

2.1.4.1. Planificación

Se han establecido, mediante técnicas GNSS, 3 puntos base y sendos puntos para orientación, distribuidos por toda la zona de estudio en posiciones estratégicas para poder obtener visuales amplias de la zona costera.

Planificación del levantamiento

DESCRIPCIÓN	X	Y	Z	PrecisionH	PrecisionV
B1	756277,215	4423993,584	1,544	0,012	0,02
R1	756183,093	4424038,656	3,21	0,012	0,02
B3	755333,039	4421630,781	1,784	0,012	0,02
R3	755272,58	4421606,796	0,914	0,012	0,02
B2	755968,076	4422635,64	1,297	0,012	0,02
R2	755885,961	4422670,797	2,323	0,012	0,02

2.1.4.2. Resultados.

Listado de puntos obtenido:

id	X	Y	Z
1000	756249,972	4423994.395	1,567
1002	756288,761	4424007.828	-1,466
1003	756284,46	4424107.771	-1,591
1004	756288,31	4424108.764	-2,071
1005	756286,738	4424205.648	-0,16
1006	756293,807	4424205.150	-1,246
1007	756294,923	4424297.485	0,605
1008	756299,543	4424295.504	-0,177
1009	756305,481	4424293.925	-1,185
1010	756309,421	4424294.019	-1,711
1011	756312,596	4424380.946	-0,171
1012	756318,654	4424379.421	-1,373
1013	756328,15	4424476.998	-0,322
1014	756333,422	4424475.885	-1,298
1015	756353,668	4424551.663	-0,258
1016	756359,24	4424548.584	-1,285
1017	756213,15	4423981.744	-0,064
1018	756217,684	4423978.396	-0,769
1019	756223,054	4423975.629	-0,955
1020	756231,407	4423973.465	-1,37
1021	756182,344	4423926.788	-0,112
1022	756188,496	4423924.468	-1,309
1023	756159,159	4423853.327	-0,128
1024	756166,107	4423852.186	-1,365
1025	756163,751	4423853.397	-0,727
1026	756146,403	4423773.393	-0,037
1027	756151,073	4423771.539	-0,573
1028	756155,845	4423770.472	-1,498
1029	756134,068	4423687.487	-0,102
1030	756139,744	4423686.432	-1,004
1031	756144,01	4423685.525	-1,339
1032	756118,574	4423578.067	-0,059
1033	756118,619	4423580.583	-0,027

id	X	Y	Z
1034	756126,05	4423579.226	-0,938
1035	756128,937	4423579.725	-1,503
1036	756110,668	4423500.617	-0,158
1037	756116,55	4423498.671	-1,104
1038	756120,121	4423498.299	-1,679
1039	756105,127	4423419.790	-0,081
1040	756114,306	4423419.734	-1,521
1041	756119,339	4423332.378	-0,121
1042	756128,251	4423333.857	-1,039
1043	756135,266	4423334.440	-1,563
2000	755272,571	4421606.789	0,907
2001	755248,998	4421574.802	-0,107
2002	755251,902	4421569.754	-0,715
2003	755259,13	4421560.110	-1,021
2004	755262,461	4421556.516	-1,151
2005	755313,834	4421605.323	-0,129
2006	755328,724	4421592.113	-1,228
2007	755384,455	4421673.170	-0,146
2008	755392,837	4421667.438	-1,07
2009	755398,932	4421662.499	-1,309
2010	755435,632	4421739.970	-0,187
2011	755444,165	4421734.169	-1,288
2012	755448,697	4421731.196	-1,355
2013	755490,662	4421806.649	-0,111
2014	755490,647	4421806.709	-0,157
2015	755496,803	4421802.246	-1,5
2016	755544,831	4421868.557	-0,038
2017	755554,622	4421864.539	-1,276
2018	755557,944	4421863.073	-1,499
2019	755597,636	4421949.715	-0,028
2020	755603,004	4421946.316	-0,955
2021	755605,849	4421943.564	-1,611
3000	755885,968	4422670.823	2,333
3001	755648,182	4422060.669	-0,008
3002	755655,804	4422058.258	-1,18
3003	755657,611	4422054.779	-1,723
3004	755677,333	4422182.510	-0,115
3005	755685,195	4422181.647	-1,137
3006	755687,779	4422181.169	-1,598
3007	755742,537	4422310.910	-0,09
3008	755747,715	4422307.793	-0,975
3009	755752,337	4422304.638	-1,329
3010	755788,513	4422422.035	-0,043
3011	755794,665	4422418.583	-1,356

id	X	Y	Z
3013	755860,031	4422511.994	-0,116
3014	755871,675	4422506.878	-0,691
3015	755883,863	4422499.284	-1,17
3016	755889,623	4422496.864	-1,385
3017	755895,017	4422585.691	-0,139
3018	755900,69	4422583.545	-0,998
3019	755905,699	4422582.513	-1,349
3020	755971,526	4422652.909	-0,099
3021	755979,373	4422655.160	-1,176
3022	755984,175	4422655.988	-1,494
3023	755960,984	4422714.587	-0,068
3024	755967,44	4422716.656	-0,99
3025	755962,731	4422781.641	-0,018
3026	755969,932	4422781.605	-1,009
3027	755974,297	4422782.265	-1,563
3028	755972,28	4422867.844	0,083
3029	755983,76	4422940.924	-0,004
3030	755983,724	4422941.015	-0,035
3031	755991,802	4422940.353	-1,255
3032	755996,917	4422939.840	-1,576
3033	755994,228	4423083.627	0,002
3034	756002,613	4423084.762	-1,297
3035	756005,441	4423083.483	-1,885
3036	756006,807	4423142.155	-0,141
3037	756024,893	4423208.907	-0,052
3038	756032,212	4423207.812	-1,125
3039	756037,151	4423206.561	-1,51

2.1.5. Levantamiento mediante vuelo dron

El vuelo se realizó mediante sistema aéreo no tripulado tipo QuadX con vuelo horizontal y paralelo a la rasante del terreno y mediante ruta autónoma previamente planificada para cumplir lo solapes requeridos. Este sensor utiliza posicionamiento dinámico de precisión rtk tipo GNSS corregido mediante base terrestre, utiliza un compensador de 3 ejes integrado con rango de inclinaciones de -90º a + 30º, con un máximo de velocidad angular controlable de 90º/s y un intervalo de vibraciones de +/- 0.02º, se expondrán todas sus características en el correspondiente apéndice. La cámara registra calidades fotográficas de tipo 4K con su sensor CMOS de 1”.

Este tipo de dron, al llevar integrado su GPS rtk a bordo, y referenciarse a una base en tierra, basta con fijar las coordenadas de la base a las suministradas por topografía

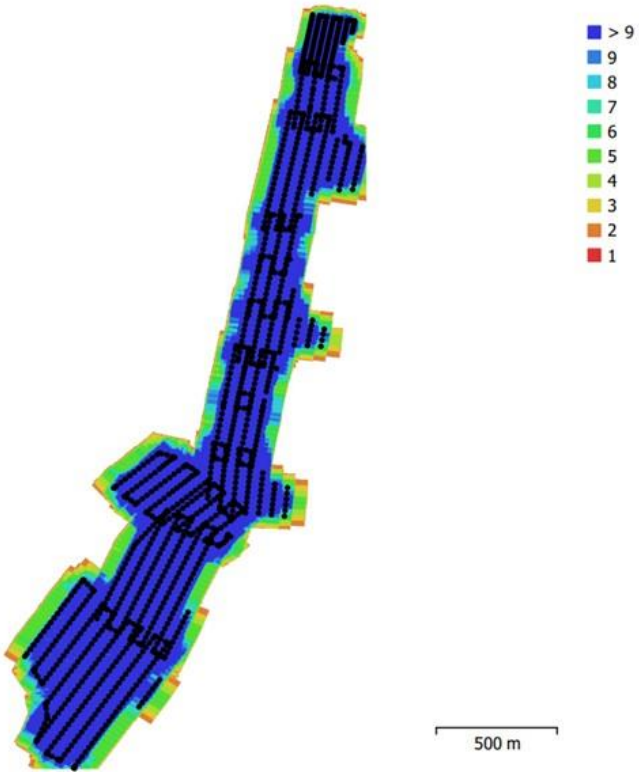
terrestre para poder realizar la recolección de fotogrametría sin más dudas posicionales, siempre y cuando se conserve el modo de posicionamiento 3d (modo 4 rtk Fijo), para aumentar la precisión se observarán puntos comunes o dianas que serán calculados como apoyos adicionales o de comprobación y ajuste. Se han obtenido para el presente trabajo un total de1631 ortofotos, para generar el mosaico total, y 7 puntos de apoyo, que han participado en el proceso de ajuste adicional

2.1.5.1. Especificaciones

Número de imágenes	1631
Altitud media de vuelo	123 m
Resolución	3.07 cm/pix
Superficie volada	1.5 km²

2.1.5.2. Solape fotogramétrico

El vuelo se ha planificado con un solape fotogramétrico suficiente para la obtención de una nube de puntos de alta densidad que tras un proceso de filtrado y clasificación se utilizará para la definición.



El solape fotogramétrico es óptimo lo que garantiza una buena redundancia de la información en las imágenes, lo que permite una mayor precisión en la georreferenciación y ortorrectificación de las imágenes. Esto a su vez contribuye a la obtención de una nube de puntos de alta densidad y precisión, que es esencial para la definición de los puntos de apoyo y control necesarios en el proceso de post-procesamiento fotogramétrico.

2.1.5.3. Puntos de control.

Los puntos de control son puntos bien definidos en el terreno que se utilizan como referencias para georreferenciar y ortorrectificar las imágenes capturadas durante el levantamiento fotogramétrico. Estos puntos se utilizan para establecer una relación entre las coordenadas del terreno y las coordenadas de las imágenes, lo que permite obtener productos geoespaciales precisos y de alta calidad.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
02	1.02501	0.693167	-0.586138	1.36919	0.601 (13)
03	-0.518467	0.738994	0.146068	0.91447	0.456 (38)
04	-2.85698	-2.02151	-0.963363	3.63	0.703 (25)
05	0.406399	-1.06543	0.676057	1.32565	0.433 (33)
06	-0.315456	-2.97793	-1.4984	3.34855	1.292 (14)
07	-0.221883	-2.2045	0.966737	2.41736	0.857 (14)
08	-1.06299	0.518887	0.00797102	1.1829	0.403 (34)
Total	**1.24932**	**1.70065**	**0.839206**	**2.27096**	**0.641**

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
7	1.24932	1.70065	0.839206	2.11021	2.27096

Puntos de control y elipses de error planimétricas, el error altimétrico está representado por color.

El error medio cuadrático total obtenido en los puntos de control de este levantamiento ha sido de menos de 2,5 cm, lo que indica que los resultados son precisos y cumplen

con el criterio establecido. Esto garantiza la confiabilidad de los datos obtenidos y la precisión de los productos generados, como el modelo digital de elevaciones, las curvas de nivel y la cartografía, para su uso en aplicaciones topográficas y cartográficas.

2.1.5.4. Resultados.

Los resultados obtenidos del levantamiento fotogramétrico con dron en la playa de la Torre en Almazora incluyen un modelo digital de elevaciones (MDE) y una ortofoto de alta resolución.

- El MDE es un producto que representa la topografía general de la zona muestreada. Se ha generado a partir de la nube de puntos obtenida durante el proceso de fotogrametría, la cual se ha procesado para eliminar ruido y errores sistemáticos, y se han interpolado las alturas para obtener un modelo continuo de la superficie del terreno. El MDE es una representación tridimensional de las elevaciones del terreno, lo que permite obtener información detallada sobre la topografía de la zona, incluyendo la configuración del terreno, la pendiente, la orientación y las características geomorfológicas.

- La ortofoto es una imagen georreferenciada y corregida geometricamente que se ha obtenido a partir de las imágenes capturadas por el dron durante el levantamiento. La ortofoto tiene una resolución de 5 cm/píxel, lo que permite obtener detalles precisos de la superficie del terreno. Se utiliza para la obtención de cartografía, ya que representa una imagen ortogonal y corregida de las características del terreno, lo que facilita la identificación y medición precisa de elementos como edificaciones, caminos, cuerpos de agua, vegetación, etc.

Ambos productos, el MDE y la ortofoto, son de alta calidad y precisión, lo que garantiza su utilidad para la obtención de información topográfica y la generación de cartografía de la playa de la Torre. Estos resultados son de gran importancia para diversos fines, como la planificación urbana y territorial, el estudio de procesos costeros, la gestión del medio ambiente, la seguridad y prevención de riesgos, entre otros.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS.

En los puntos siguientes se va a desarrollar la metodología de estudio a seguir para la toma de datos sobre el estado de desarrollo y situación ambiental de las fanerógamas marinas presentes en la zona de estudio.

Dado que la presencia de *Cymodocea nodosa* en la zona de estudio se ha limitado a zonas en la que se han encontrado haces dispersos, se han ubicado las tres estaciones de muestreo en zonas con presencia de *Posidonia oceanica.*

2.2.1. Estaciones de muestreo.

En la figura y tabla siguientes se presenta la localización de las estaciones de muestreo, las cuales se ubican en profundidades entre -10m y -15m.

Ubicación de las estaciones de muestreo para el análisis de Posidonia oceanica

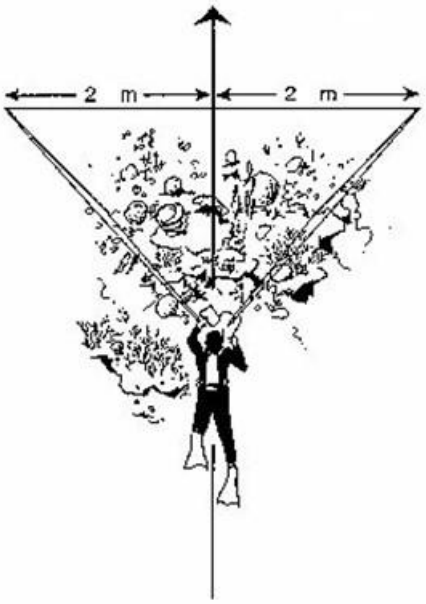
Estación	COORD ETRS89	
	LONGITUD	LATITUD
POSI1	39° 55.284'N	0° 0.932'E
POSI2	39° 55.112'N	0° 0.755'E
POSI3	39° 55.251'N	0° 0.777'E

2.2.2. Trabajos de campo.

A partir de los trabajos de exploración anteriormente descritos se procederá a seleccionar las zonas de muestreo. En cada uno de los puntos de muestreo se procederá a la toma de datos in situ en inmersión con equipo de buceo autónomo. Los descriptores a analizar son Cobertura y Densidad, tanto para *Posidonia oceanica* como para *Cymodocea nodosa*.

2.2.2.1. Cobertura.

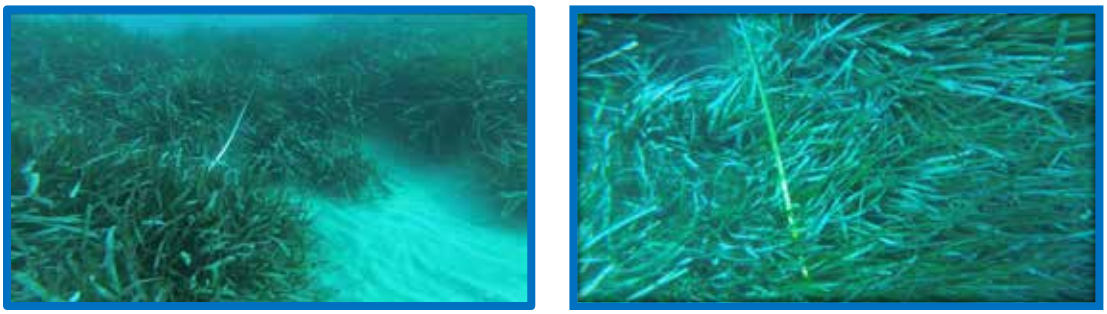
La cobertura se mide mediante el método de intercepto linear. En cada estación de muestreo se mide la cobertura en un mínimo de tres transectos. El transecto se establece alargando una cinta métrica de 25 metros sobre el fondo, en línea recta, siguiendo el rumbo preestablecido. Se anota la profundidad del inicio y final de cada transecto. Se anota el rumbo del transecto, con el fin de que pueda ser replicado en futuras ocasiones.



En el método del intercepto linear, el buceador recorre la cinta métrica desde el inicio tomando nota de la distancia de la cinta a la que se observan los límites de los diferentes sustratos, según su proyección vertical. Se registra la longitud cubierta por la pradera, así como la existencia de mata muerta, y la de otros substratos o especies presentes. Los sustratos que se pueden encontrar son entre otros: pradera de P. oceanica (P),

mata muerta (MM), mata muerta con caulerpas (MMC), arena (A), roca (R), roca con caulerpas (RC), pradera de C. nodosa (Cy), pradera mixta de P. oceanica con C. prolifera (PCp), pradera mixta de C. nodosa con C. prolifera (CyCp), etc.

Posteriormente, los valores obtenidos se expresan como porcentajes de recubrimiento. La medida de la longitud de cinta ocupada por cada sustrato, dividida por la longitud total del transecto, da una estima global del porcentaje de cobertura de cada sustrato en el transecto (Díaz & Marbá, 2009[1]).



Cinta métrica alargada en una estación de muestreo de Posidonia oceanica

A partir de los datos obtenidos se calcula el índice de conservación. Este índice, conforme se cita en Díaz & Marbá, 2009(op.cit.) fue propuesto por Sanchez-Poveda et al., (1996) y, posteriormente, modificado por Moreno et al., (2001). Se basa en la comparación entre la cobertura de mata muerta (que indica una cobertura pretérita mayor) y la cobertura de pradera viva.

El índice de conservación de la pradera se obtiene dividiendo el porcentaje de cobertura de mata viva o pradera (P) por la suma de los porcentajes de mata muerta (MM) y mata viva o pradera, como en la ecuación siguiente:

$$IC= P/(MM+P)$$

En la significación ambiental de los valores obtenidos se considera la siguiente escala:

- Estado Favorable: IC > 0.8

[1] *Díaz, E. & Marbà, N., 2009. 1120 Posidonion oceanicae. Praderas de Posidonia oceanica (*). En: VV.AAaa., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 129 p.*

- Estado Desfavorable-inadecuado: 0.6 < IC < 0.8
- Estado Desfavorable-malo: IC<0.6

2.2.2.2. Densidad.

Se mide la densidad de haces en tres parcelas por punto de muestreo. Para ello se emplea un cuadro de recuento de 40 cm x 40 cm2 que se lanza aleatoriamente sobre la pradera. Se sujetan las hojas de los haces con el antebrazo y con la otra mano se van sacando los haces y contándolos. Se cuentan todos los haces que se encuentran dentro del contorno del cuadro. Se apunta el resultado de cada contaje.

La valoración del resultado se desarrolla por comparación con la clasificación de estados de conservación de Pergent et al (1995) y de Pergent-Martini & Pergent (1996) en D Díaz & Marbá, 2009 (op.cit.).

Recuento de densidad de haces.

Para la profundidad de las estaciones de muestreo la relación entre rangos de densidad y clasificación del estado de la pradera sería el siguiente:

- Desfavorable-malo: D<237
- Desfavorable- inadecuado: 237<D<349
- Favorable-normal: 349<D<573
- Favorable-alta: D>273

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS

2.3.1. Área de estudio. Puntos de muestreo

Se han propuesto una distribución de 8 puntos de muestreo, distibuidos regularmente por toda la zona de estudio, abarcando el rango batimétrico en el que se presenta este tipo de sustrato.

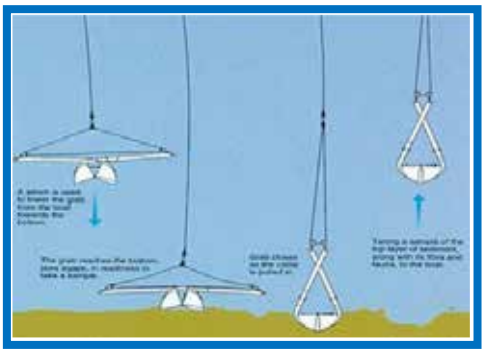
Distribución de las estaciones de muestreo

Estaciones	COORDENADAS ETRS89		
	LONGITUD	LATITUD	COTA
BS1	39° 55.583'N	0° 0.048'O	-3m
BS2	39° 55.527'N	0° 0.126'E	-7m
BS3	39° 55.232'N	0° 0.156'O	-3m
BS4	39° 55.200'N	0° 0.036'O	-7m
BS5	39° 54.599'N	0° 0.422'O	-5m
BS6	39° 54.574'N	0° 0.373'O	-7m
BS7	39° 55.163'N	0° 0.293'E	-12m
BS8	39° 54.330'N	0° 0.064'E	-12m

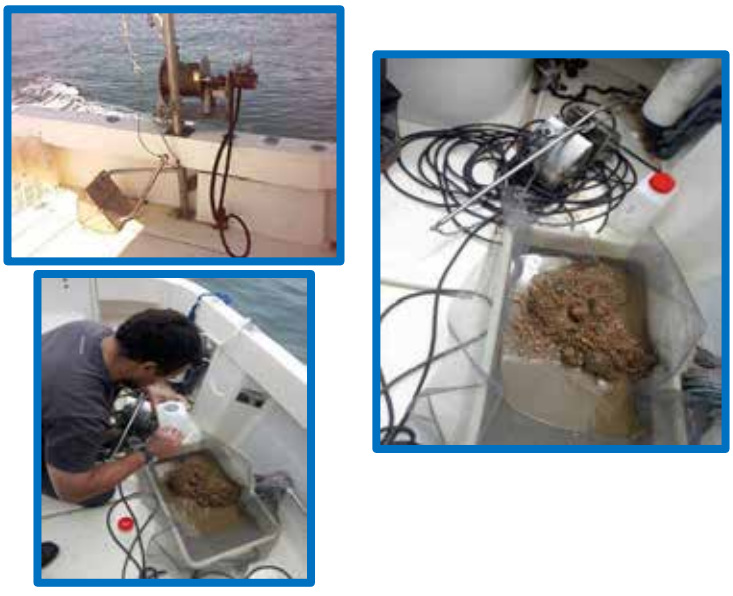
Finalmente, dado la tipología de fondo observada en la estación BS5 (fondo de guijarros) fue imposible realizar la toma de muestra, por lo que únicamente se han analizado 7 muestras.

2.3.2. Trabajos de campo

La toma de muestras se realiza mediante una draga Van Veen. Gamaser dispone de 3 tipos de draga Van Veen con diferentes superficies de muestreo (0,04m^2, 0.06m^2 y 0.11m^2). Para el muestreo de sedimentos se utilizará una draga Van Veen con una “superficie de ataque” de 0.04m^2.



Funcionamiento de la draga Van Veen: la draga se baja abierta y al llegar al fondo ésta se clava en el sedimento. Al iniciar la maniobra de izado de la draga ésta se cierra y obtiene la muestra de sedimento.



Imágenes del proceso de toma de muestras mediante draga Van Veen

En cada estación de muestreo se han tomado 3 réplicas para el análisis posterior de la composición faunística de las muestras por unidad de superficie. Las muestras obtenidas se han lavado en un tamiz de 0,5 mm de luz con el fin de separar del sedimento los ejemplares a analizar. El resultado del tamizado se ha introducido en

envases debidamente codificados, con agua de mar y formaldehído al 4% para su correcta conservación hasta el momento de su identificación taxonómica en el laboratorio.

2.3.3. Trabajos de laboratorio. Análisis taxonómico

La separación o triaje de las muestras y la identificación taxonómica en el laboratorio se realiza por taxónomos especialistas en los diferentes grupos zoológicos (poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos) mediante el empleo de lupa binocular, microscopio y bibliografía especializada.

La identificación se realiza al nivel taxonómico más bajo posible. La identificación de especies se apoya en el *Registro Europeo de Especies Marinas*[2] y en los códigos NODC o ITIS[3]. Todos los individuos de cada taxón son contabilizados, excepto los coloniales, que se anotan como presencia.

Identificación de la biota de las muestras

Como resultado de los trabajos de laboratorio se obtiene para cada muestra un inventario de la macrofauna identificada llegando a nivel específico. Además del valor total de ejemplares identificados o abundancia (nº total de individuos o ejemplares) se han obtenido datos referidos a:

Para la muestra:

- ✓ Densidad: individuos/m2.
- ✓ Riqueza específica: nº de especies

[2] *(www.marbef.org/data/erms.php)*
[3] *(http://www.itis.usda.gov/)*

- ✓ Índice de Margalef (d)
- ✓ Índice de Simpson (D)
- ✓ Diversidad: índice de Shannon-Weaver (H’)
- ✓ Equitatividad. Índice de Pielou (J)
- ✓ Distribución (%) de los diferentes grupos (phylla) de macroinvertebrados.
- ✓ Detección de especies indicadoras (inestabilidad sedimentaria, aporte de materia orgánica, etc.)

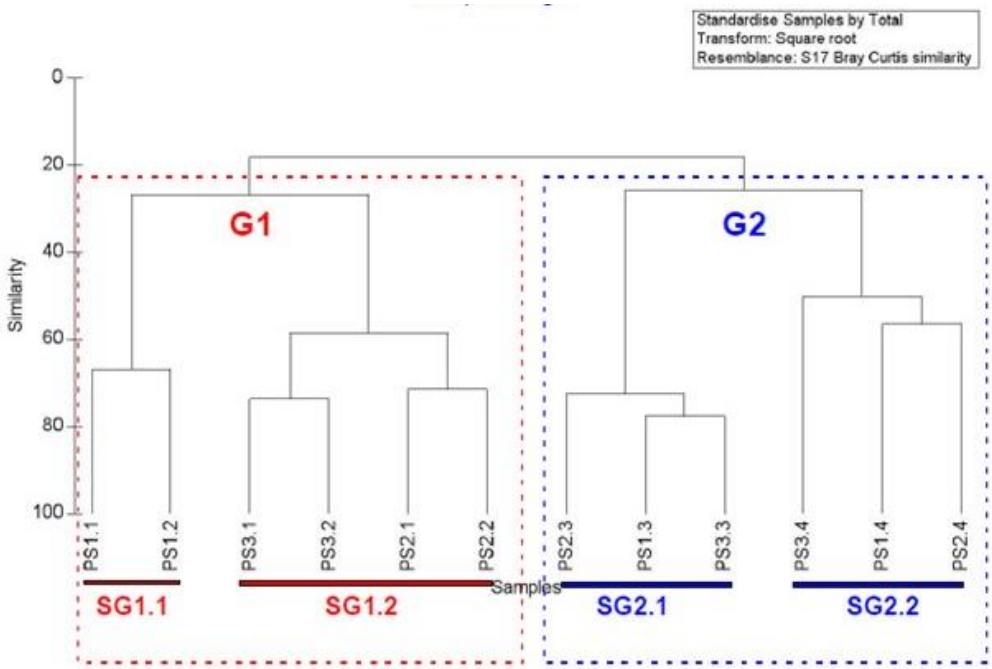
Para cada especie:

- ✓ Densidad específica: individuos de la especie/m2.

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se realiza la caracterización de las comunidades mediante análisis multivariante de proximidad nMDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling) trabajando con distancia de Bray-Curtis sobre la matriz de especies/abundancia. Estos cálculos analizan la similitud entre las diferentes muestras del bentos y se realizan mediante el software Primer v6[4].

De esta forma se obtiene un valor de la semejanza o similitud entre las diferentes muestras en función de sus poblamientos de macroinvertebrados, se generan agrupamientos ente ellos y se pueden percibir y definir las homogeneidades o diferencias que puedan dar lugar a la definición de poblamientos diferenciados.

4 Clarke, KR and Warwick, RM (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, 172pp.



Ejemplo de diagrama clúster de análisis de agrupaciones

Tras este primer análisis destinado a obtener agrupamientos de muestras que se correspondan con diferentes estructuraciones bionómicas, se procede a analizar qué especies son las que contribuyen en mayor medida a las diferencias o similitudes encontradas entre ellas. De esta forma se identifican las especies que originan las mayores diferencias entre los grupos definidos y aquellas especies que contribuyen a las similitudes entre estos grupos. Este análisis se realiza mediante la aplicación SIMPER (Primer v6, op.cit.).

2.3.4. Trabajos de gabinete. Valoración de los resultados

Con los resultados del análisis taxonómico se valora el estado ambiental de la zona de estudio a partir de la aplicación de una serie de indicadores biológicos establecidos en el RD817/2015[5].

Conforme al RD1/2016[6] la zona de estudio se sitúa dentro del ámbito geográfico de la masa de agua denominada *Cabo de Oropesa-Buriana* (código de masa de agua: C004)

[5] *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.*
[6] *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y*

y se corresponde con una tipología AC-T01 (*Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas*).

El RD817/2015 establece como indicadores para el análisis del estado ambiental de la masa de agua marina costera, basándose en elemento “Fauna bentónica de invertebrados”, los siguientes índices: *índice BOPA*, *índice MEDOCC* e *índice M-AMBI*.

Los tres índices se basan en la distribución de grupos tróficos dentro del poblamiento bentónico y la relación de esta con la alteración ambiental, principalmente derivada de la contaminación orgánica.

Para la tipología de masa de aguas superficial costera AC-T01 el RD817/2015 señala que serán los índices BOPA y MEDOCC los índices a utilizar en la valoración del estado derivado del análisis del poblamiento bentónico. En particular, para el presente caso, se plantea la utilización del índice MEDOCC.

Sin embargo, el índice M-AMBI requiere el cálculo de tres métricas: el *coeficiente biótico AMBI* (basado en la distribución de los grupos tróficos), el *índice de diversidad de Shannon (H’)* y la *riqueza de especies (S).*

De esta forma, el índice M-AMBI permite contemplar un espectro de alteraciones más diverso que el derivado exclusivamente de las alteraciones en la distribución de los grupos tróficos motivadas por los aportes orgánicos que acompañan al vertido de aguas residuales.

En el presente estudio, con la finalidad de incrementar la información y los datos sobre el estado ambiental de los fondos marinos estudiados, se plantea, por tanto, el cálculo de dos índices:

- ✓ El índice MEDOCC. Al ser uno de los índices aplicados para el tipo de masas de superficiales costeras en la que se encuentra la zona de estudio, su consideración permite la comparación de los resultados obtenidos con los diferentes escenarios de clasificación de la calidad ambiental que figuran en la normativa de referencia.

de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño, Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

- ✓ El índice M-AMBI, porque el cálculo de las tres métricas antes señaladas permite disponer de una valoración ambiental más exhaustiva que la basada simplemente en la distribución porcentual de los grupos tróficos.

De esta forma, los resultados obtenidos para el índice MEDOCC se comparan con los valores de referencia y límites de cambio de clase señalados por la normativa (RD817/2015) para la evaluación del *Estado ecológico* de la masa de agua superficial costera AC-T01. Por su parte, los resultados del índice M-AMBI permiten disponer de una valoración ambiental de las muestras más completa respecto del registro de posibles perturbaciones.

La clasificación de las especies en los diferentes grupos tróficos se lleva a cabo a partir de la base de datos desarrollada por el laboratorio de AZTI[7] para el cálculo del *coeficiente biótico AMBI*[8] y que se va actualizando periódicamente. La última actualización de esta base de datos es del año 2019.

El *coeficiente biótico AMBI (AZTI MARINE BIOTIC INDEX)* se basa en la proporción de la abundancia de cinco grupos ecológicos en cada muestra. Estos grupos ecológicos son los siguientes:

Los grupos ecológicos (o grupos tróficos) se corresponden con la diferente sensibilidad de las especies a incremento de gradientes de stress, de tal forma que:

- ***Grupo I (GI):*** Especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y presentes en condiciones no contaminadas (estadio inicial).
- ***Grupo II (GII):*** Especies indiferentes al enriquecimiento orgánico, siempre presentes en bajas densidades y que no presentan variaciones significativas en sus abundancias a lo largo del tiempo (del estadio inicial hasta el estadio levemente desequilibrado).

[7] *www.azti.es*
[8] *BORJA, A.; MUXICA, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTOI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin 50, 787-789.*

- ***Grupo III (GIII):*** Especies tolerantes al enriquecimiento orgánico que pueden ocurrir en condiciones normales, pero el crecimiento de sus poblaciones es estimulado por el enriquecimiento orgánico (estadio levemente desequilibrado).

- ***Grupo IV (GIV):*** Especies oportunistas de segundo orden que se presentan desde el estadio levemente desequilibrado hasta el altamente desequilibrado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación.

- ***Grupo V (GV):*** Especies oportunistas de primer orden presentes en el estadio altamente desbalanceado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación.

El índice se calcula:

AMBI = [(0 x % GI) + (1,5 x % GII) + (3 x % GIII) + (4,5 x % GIV) + (6 x %GV)]/ 100

AMBI presenta valores continuos entre 0 y 6 (el valor 7 se otorga cuando la muestra es azoica, es decir, no hay fauna).

Clasificación del nivel de contaminación del sitio	*Coeficiente Biótico*	*Índice Biótico (BI)*	*Grupo Ecológico Dominante*	*Salud de la comunidad bentónica*
No contaminado	0.0 < BC ≤ 0.2	0	I	Normal
No contaminado	0.2 < BC ≤ 1.2	1		Empobrecida
Ligeramente contaminado	1.2 < BC ≤ 3.3	2	III	Desbalanceada
Moderadamente contaminado	3.3 < BC ≤ 4.3	3		Transición a contaminado
Moderadamente contaminado	4.5 < BC ≤ 5.0	4	IV-V	Contaminado
Altamente contaminado	5.0 < BC ≤ 5.5	5		Transición a altamente contaminado
Altamente contaminado	5.5 < BC ≤ 6.0	6	V	Altamente contaminado
Extremadamente contaminado	Azoico	7	Azoico	Azoico

Resumen de los valores de AMBI y equivalencias con la calidad ambiental

Para el cálculo del índice AMBI se utiliza el software "AMBI" desarrollado por el Centro Tecnológico AZTI-Tecnalia[9], que determina el valor del índice por estación de muestreo.

[9] *web: http//ambi.azti.es/es/ambi/*

El programa AMBI incluye más de 6.500 taxones representativos de las comunidades más importantes presentes en los estuarios y sistemas costeros de Europa, desde el Mar del Norte al Mediterráneo, e incluso de Norteamérica, Sudamérica, Asia, Oceanía y África. El programa AMBI también calcula el índice de diversidad de Shannon y la riqueza.

El cálculo del M-AMBI se basa en el uso de Análisis Factorial para determinar el estado de las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando (basado en el *coeficiente biótico AMBI*, el *índice de diversidad de Shannon* y la *riqueza de* especies). En estos análisis las distancias del conjunto de valores que identifican a una estación, respecto de las condiciones de referencia de muy buen estado ecológico y de mal estado ecológico es lo que determina su clasificación de estado ecológico. En la tabla siguiente se presenta la correlación entre los valores del índice y el estado ambiental.

M-AMBI	Status (estado ambiental)
≥0.77	High
0.76-0.53	Good
0.52-0.38	Moderate
0.37-0.20	Poor
≤0.20	Bad

Por su parte, el índice MEDOCC se basa en la proporción de cuatro grupos ecológicos, o grupos tróficos. En este caso se puede asumir que el grupo IV del índice MEDOCC es coincidente con la consideración conjunta de los grupos IV y V utilizados para el índice AMBI.

El índice MEDOCC se calcula según la siguiente expresión:

$$\mathbf{MEDOCC = [(0 \times \%\ GI) + (2 \times \%\ GII) + (4 \times \%\ GIII) + (6 \times \%\ GIV)]/\ 100}$$

El cálculo del índice se basa en el uso de Análisis Factorial para determinar el estado de las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando. En estos análisis las distancias del conjunto de valores que identifican a una estación, respecto de las condiciones de referencia de muy buen estado ecológico y de mal estado ecológico es lo que determina su clasificación de estado ecológico. En la tabla siguiente se presenta la correlación entre los valores del índice y el estado ambiental.

Estado ecológico	MEDOCC
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5
Malo	5.5<MEDOCC<6

MEDOCC presenta valores continuos entre 0 y 6. Para transformar los datos del índice dentro de los rangos de valoración definidos para EQR (entre 1 y 0) se hace la siguiente conversión:

$$EQR = 1-[(MEDOCC – 0.5)/(6-0.5)]$$

Conforme al RD817/2015 (op.cit.) a la masa de agua costera en la que se localiza la zona de estudio (C003, Sierra de Hirta – Cabo de Oropesa) el valor que se corresponde con la *"Condición de referencia"* para el índice MEDOCC es 0.2, y la clasificación del estado de calidad ambiental se corresponde con los valores de la siguiente tabla.

Estados de calidad ambiental	Valor EQR
Muy bueno	EQR > 0.73
Bueno	0.73 < EQR < 0.47
Moderado	0.47 < EQE < 0.20
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08
Malo	EQR < 0.08

La Directiva Marco del Agua establece que el Estado Ecológico (EQR, *Ecological Quality Ratio*) se calcula comparando los valores del estado ecológico obtenidos en la zona estudiada con las condiciones de referencia. Por tanto, el valor de EQR relaciona el estado ecológico real de la zona estudiada con el estado ecológico potencial de la misma derivado de la condición de referencia.

2.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO.

El estudio se desarrolla mediante la consecución de las siguientes actividades:

1. Recopilación de información bibliográfica y cartográfica.
2. Prospección de los fondos marinos.
3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato.

   3.1. Fondo sedimentario

3.2. Recubrimiento de fanerógamas marinas

3.3. Fondo de substrato rocoso

4. Estudio sobre las fanerógamas marinas.

2.4.1. Recopilación y estudio de la información existente

El primer paso del estudio es el de la búsqueda y recopilación de la información bibliográfica y cartográfica que pudiera existir sobre el entorno de la zona de estudio.

En el presente caso, este primer paso, supone la recopilación de todos los estudios realizados previamente sobre la zona concreta de trabajo, así como toda aquella información que pudieran referirse a un entorno más amplio y que permita disponer de información relevante respecto de la estructuración bionómica de los fondos marinos a estudio y, en su caso, a su evolución temporal.

Con la información recopilada se elabora una base cartográfica en la que se representa, básicamente, la distribución de comunidades bentónicas y de la tipología de substratos existentes en un entorno amplio respecto de la zona de estudio. También se contemplan los datos sobre otras variables ambientales de incidencia en la consideración del entorno a estudio como sería la delimitación de las áreas protegidas, presencia de especies protegidas o en peligro, recursos pesqueros, calidad de aguas marinas, vertidos tierra-mar, etc.

A modo de aproximación al estudio, entre la información a analizar está la comprendida en la documentación siguiente:

1. Información medioambiental extraída del visor Geoportal del Ministerio para la Transición Ecológica[10].
2. Información sobre comunidades bentónicas extraída del *Estudio Ecocartográfico del litoral de las provincias de Castellón,* realizado en 2006[11] por el entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

[10] *https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig*
[11] *https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/*

3. Información sobre el entorno marino extraída del visor *Geoportal* del Instituto Español de Oceanografía (IEO)[12].
4. Información sobre la presencia de fanerógamas marinas en el entorno de estudio extraída del *Atlas de las praderas marinas de España*. (Ruiz, J.M. et al, 2015)[13].
5. Fotografía aérea obtenida de fuentes como el Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana y del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento.
6. Consulta en el Banco de datos de Biodiversidad de la Comunidad Valenciana[14], para la obtención de información sobre la presencia de especies de interés conservacionista y de especies exóticas invasoras en la zona de estudio.

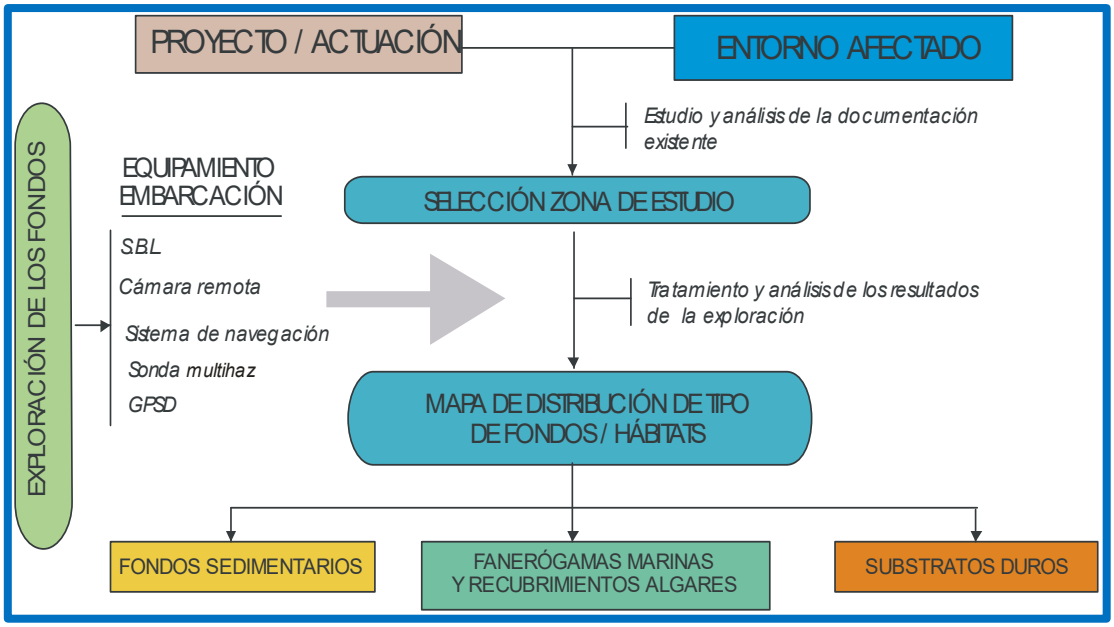
2.4.2. Prospección de los fondos marinos.

2.4.2.1. Introducción. Esquema de trabajo.

En el siguiente esquema se presenta el planteamiento de actividades para la consecución de una cartografía de las comunidades existentes en un fondo marino y que son las que se van a ejecutar en la zona de proyecto.

Como se describe en el esquema, la metodología para la obtención de toda la información existente sobre la estructuración bionómica de los fondos marinos incluidos en la zona de estudio, se basa principalmente en la realización de trabajos de prospección mediante Sonar de Barrido Lateral (SBL) y mediante cámara de vídeo remolcada desde la embarcación. En el apartado metodológico se desarrolla la metodología de campo y gabinete necesaria para la consecución de los fines propuestos. A esta información se le añade la derivada del estudio batimétrico mediante metodología multihaz, el cual se desarrolla en otra parte de la propuesta.

[12] *www.ideo-base.ieo.es*
[13] *Ruiz, J.M., E. Guillén, A. Ramos Segura & M. Otero. 2015. Atlas de las praderas marinas de España. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 681 pp.*
http://www.ieo.es/documents/10192/26809/Atlas-praderas-marinas-de-Espana.pdf
[14] *http://bdb.cma.gva.es*



Esquema general de la elaboración de una cartografía de hábitats bentónicos.

Por lo que respecta al SBL, la prospección abarca el 100% del área de estudio. Únicamente en las zonas más someras (entre 0m y -2m) este método presenta ciertos problemas de ejecución, por lo que en estos casos la zona somera no prospectada será analizada a partir del estudio de imágenes aéreas.

2.4.2.2. Prospección mediante Sonar de Barrido Lateral.

La prospección mediante Sonar de Barrido Lateral (SBL) se ha llevado a cabo simultáneamente con los trabajos de batimetría y por tanto abarcando la misma área del fondo marino.

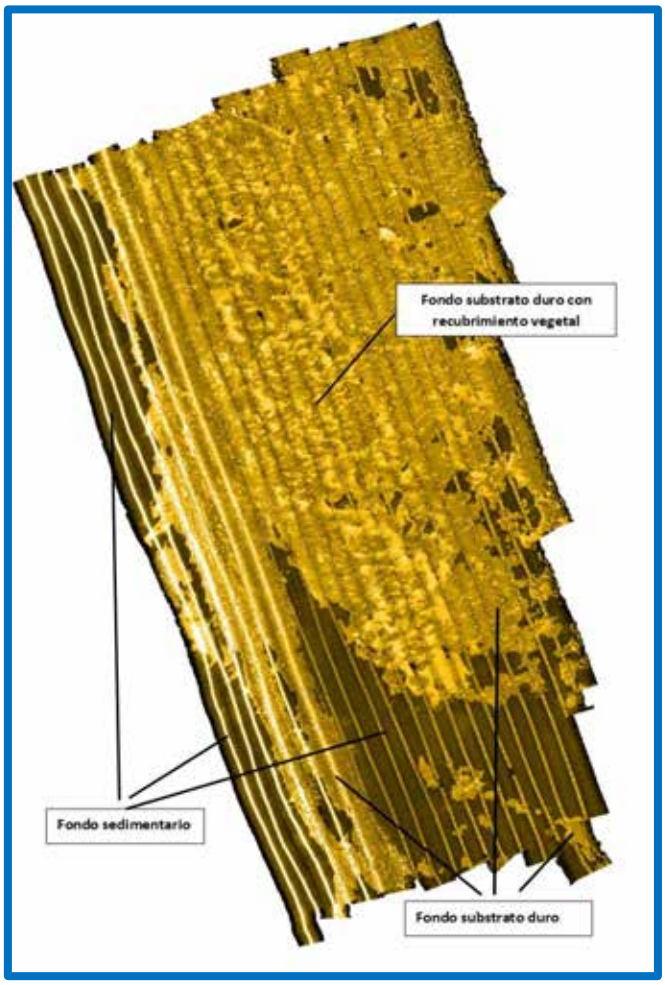
En un apartado anterior se describen los equipos utilizados en la prospección de fondos marinos con Sonar de Barrido Lateral.

La obtención de registros sísmicos de alta resolución acústica está enfocado primordialmente a la caracterización de la zona de estudio desde el punto de vista morfológico, ya que se puede:

- Obtener las características del fondo marino.
- Definir áreas morfológicas interesantes para el proyecto.

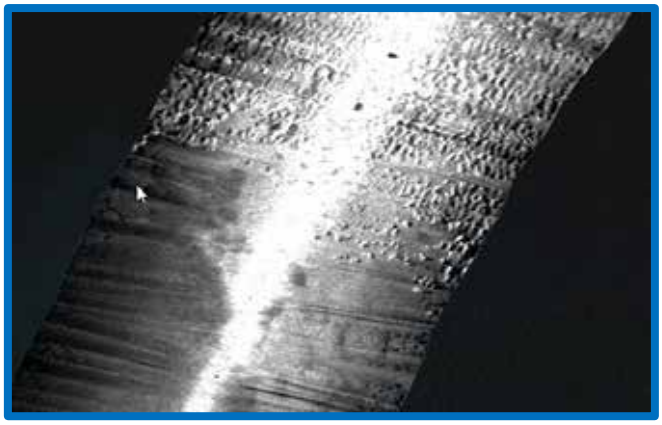
Tratamiento de datos.

Se recolecta tanto la información de detección del fondo a modo profundidad, como el resto de la información asociada al sonar, como intensidad de señal, sonar de barrido lateral y Snippets, de manera que se pueda obtener información sonográfica de calidad de la composición superficial de los materiales que componen el fondo, con especial atención a la presencia de fanerógamas marinas. La tecnología empleada permite hacer un barrido total de toda la zona de prospección.



Tipología de substratos definidas a partir de la prospección

A partir del análisis de los registros del sonar de barrido lateral se dispone de una distribución de tipologías de fondo diferenciables. Mediante esta técnica es posible identificar los límites entre zona sedimentaria, fondos de substratos duros y praderas de fanerógamas marinas.

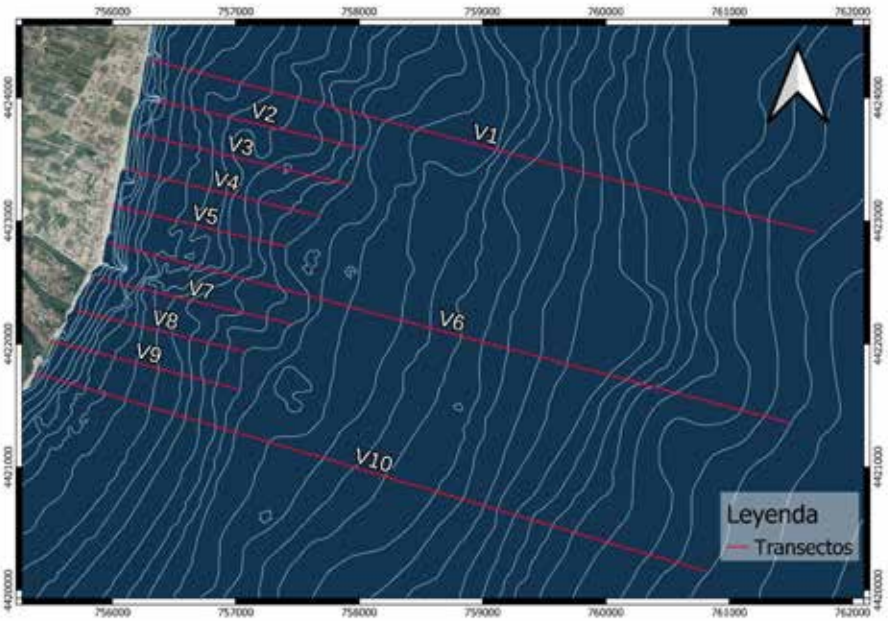


Ejemplo de transición entre tipología de arenas superficiales y recubrimiento de Posidonia oceanica

Para un mejor análisis de los resultados del sonar de barrido lateral, mediante herramienta GIS, se analizan uno por uno los distintos sonogramas registrados con el fin de disponer de una mejor definición de los registros.

2.4.2.3. Exploración con cámara remolcada.

Los transectos mediante vídeo remolcado se establecen con exactitud a partir de la campaña de SBL y del resultado de la recopilación de información. De esta forma, en función de los resultados obtenidos y la recopilación de información bibliográfica y cartográfica, el diseño de transectos de vídeo para la exploración de los fondos marinos ha sido el siguiente.



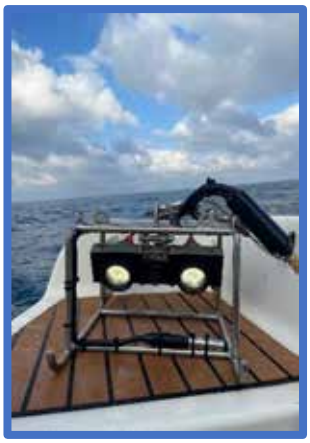
Planificación de los transectos de cámara remolcada de vídeo

Para complementar los datos obtenidos con el sonar de barrido lateral, se ha realizan inspecciones mediante dispositivo de cámara submarina georreferenciada, identificando de forma más precisa las comunidades biológicas de la zona. Para ello, se emplea un dispositivo de camára submarina remolcada que permite obtener imágenes georreferenciadas de los fondos marinos para su posterior análisis en gabinete.

Su objeto es determinar las características de las diferentes tipologías de substratos identificados y obtener información para la caracterización bionómica e identificación preliminar de los diferentes poblamientos bentónicos.

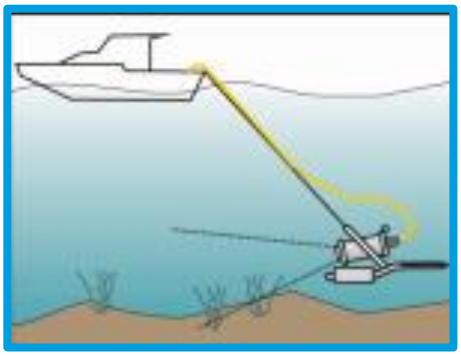
Estas imágenes permiten realizar una caracterización visual de los recubrimientos vegetales (praderas de fanerógamas marinas: *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*) y los recubrimientos de los fondos de substrato duro.

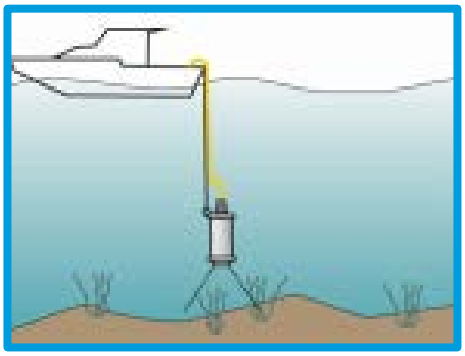
Para realizar estas inspecciones se emplea una cámara remolcada modelo Seaviewr con imagen en color de FullHD, e iluminación por 21 leds de luz blanca. Se ha remolcado la cámara con la embarcación de Gamaser, siguiendo los perfiles previamente planificados sobre el programa de navegación, enviando las imágenes del fondo marino a una pantalla de televisión, mediante circuito cerrado.



Cámara remolcada

Las imágenes son grabadas en DVR en una unida de cubierta compuesta por una maleta tipo Pelicase, con un monitor digital a color TFT LCD de 15´´ y grabador digital DVR incorporado y GPS integrado, con una batería de 12V 4A y cargador de batería.



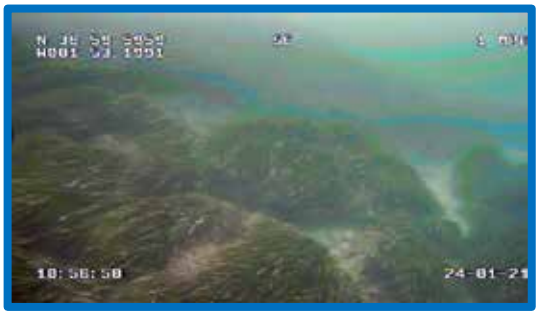
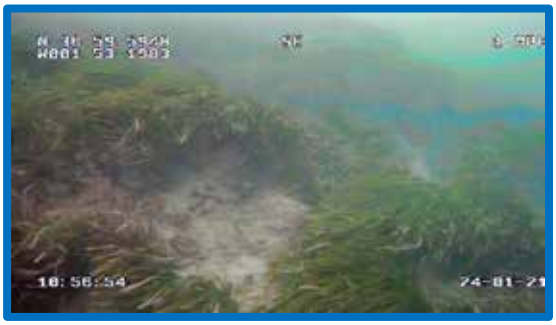


Tv submarina remolcada.

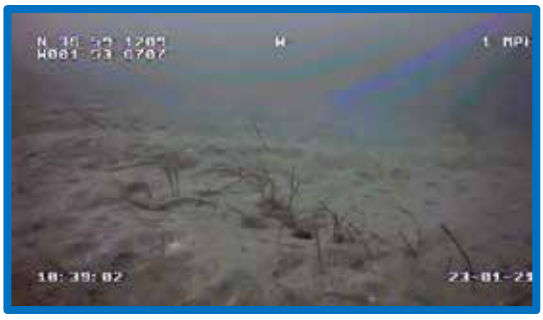
Entre la salida del equipo de filmación y el de grabación se instala un sistema de sobreimpresión, que mediante un software de generación propia permite presentar, en tiempo real, las coordenadas geográficas recibidas por el GPSD y los datos de profundidad del ecosonda (mediante entrada NMEA183) sobre la imagen grabada de video.

Mediante este sistema las posiciones geográficas obtenidas mediante el GPS integrado, la fecha y la hora, quedan grabados en el archivo obtenido, lo que permite una vez en el gabinete, la recomposición de los datos recopilados para su posterior representación gráfica.

Cámara de vídeo remolcada	*Ejemplo de datos registrados en la grabación*

Pradera de Posidonia oceanica sobre substrato rocoso



Detalle de una pradera de Cymodocea nodosa

Detalle de fondo de textura gruesa con agrupaciones de Peyssoneláceas.

Ejemplar de Cerianthus membranaceus

2.4.2.4. Integración de la información del SBL y de la cámara remolcada.

Los sonogramas obtenidos mediante SBL son procesados mediante software específico, obteniendo un mosaico georreferenciado de la zona de estudio. Una vez construido el mosaico sonográfico, se realiza un análisis del sonoplano para identificar los diferentes tipos de respuestas acústicas y marcar sus límites.

Las imágenes grabadas en los transectos con cámara submarina remolcada se visualizan y procesan en relación a las posiciones geográficas, anotando para cada FIX la tipología del sustrato y del poblamiento bentónico, así como una serie de parámetros necesarios para su caracterización.

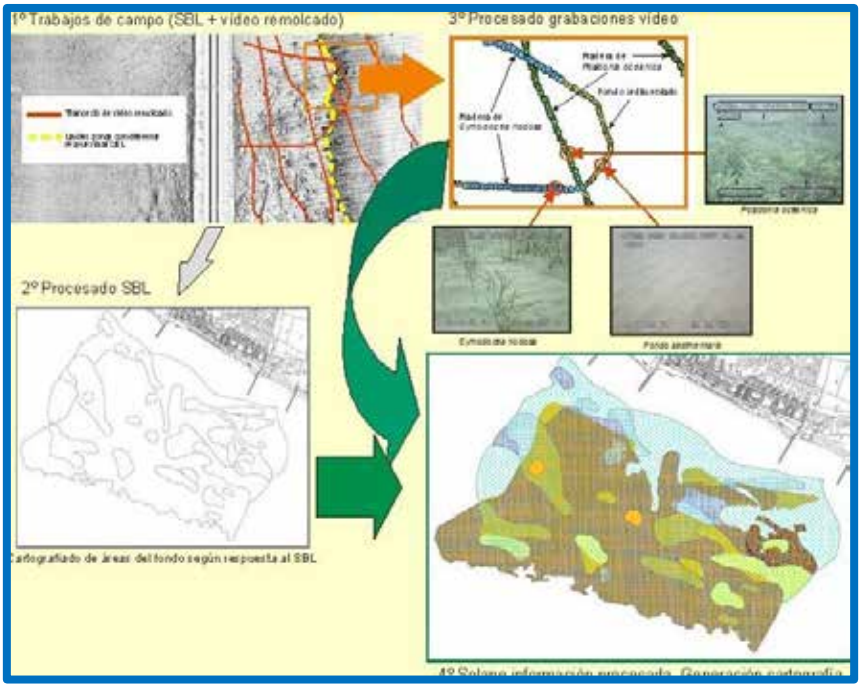
Todos estos datos son introducidos en una base de datos con sus correspondientes coordenadas geográficas, debidamente organizados y codificados para poder ser también representados en un plano digitalizado mediante el GIS.

El solapamiento de las bases cartográficas generadas para el SBL y para la cámara de vídeo remolcada permite generar una cartografía de las biocenosis bentónicas marinas de la zona de estudio.

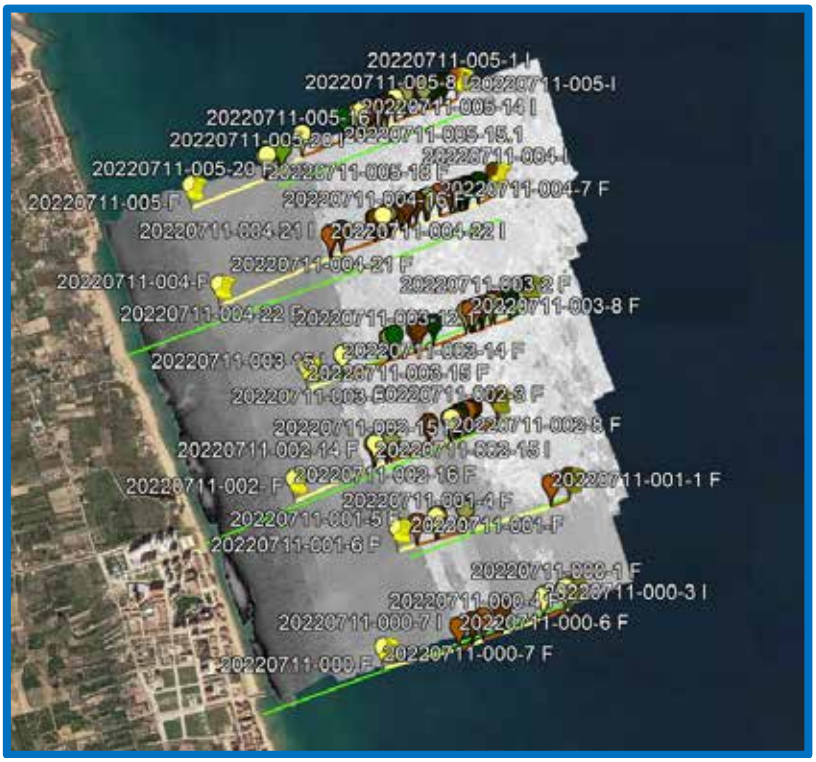
En el esquema se describe gráficamente el procedimiento. Todo el trabajo de integración se desarrolla sobre base cartográfica digital.

El proceso de análisis de la información obtenida se desarrolla a partir de la visualización de los recorridos completos. La georreferenciación de los recorridos de la cámara permite que, simultáneamente al visionado de los vídeos, se vaya incorporando la información extraída sobre la información existente respecto de la tipología de fondos

(backscatter y SBL). De esta forma se facilita la interpretación de los aspectos de interés, así como para clarificar algunos detalles de la tipología de substratos



Esquema de la integración de datos del SBL y de la cámara de vídeo remolcada.



Ejemplos de puntos de información/interpretación conjunta de sonar de barrido lateral y grabaciones con vídeo remolcado

Así mismo, de esta forma se consigue un mejor ajuste de los detalles extraídos del vídeo por ajuste con la posición geográfica del sonar. En las imágenes anteriores se muestra un ejemplo del análisis conjunto de ambas fuentes de información.

2.4.3. Identificación de las diferentes tipologías de substrato identificados.

Con los datos digitalizados relativos a cada uno de estos aspectos, se confeccionan los planos de resultados de la situación y límites de las distintas tipologías de fondos y poblamientos, distinguiendo los sectores en los que las principales biocenosis presentan aspectos estructurales o de estados de conservación diferentes y remarcando el resto de los elementos de interés.

El proceso se realizado digitalizando directamente los límites y creando las capas correspondientes a cada aspecto detectado.

Con la metodología descrita, se dispone de la información sobre tipologías de substratos presentes en el fondo marino objeto de estudio. Así mismo, esa metodología también permite obtener información sobre la estructuración bionómica de biocenosis concretas que, en determinados casos y en función de los objetivos, puede ser suficiente no siendo, por tanto, necesario la ejecución de técnicas de muestreo más específicas.

3. RESULTADOS.

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

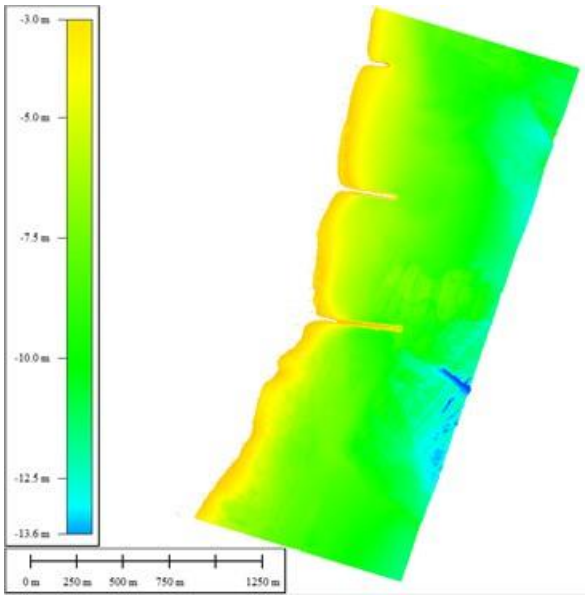
En el anejo 1 al final del presente informe, se adjuntan los planos topobatimétricos obtenidos.

3.1.1. Unión de resultados de la topografía y batimetría.

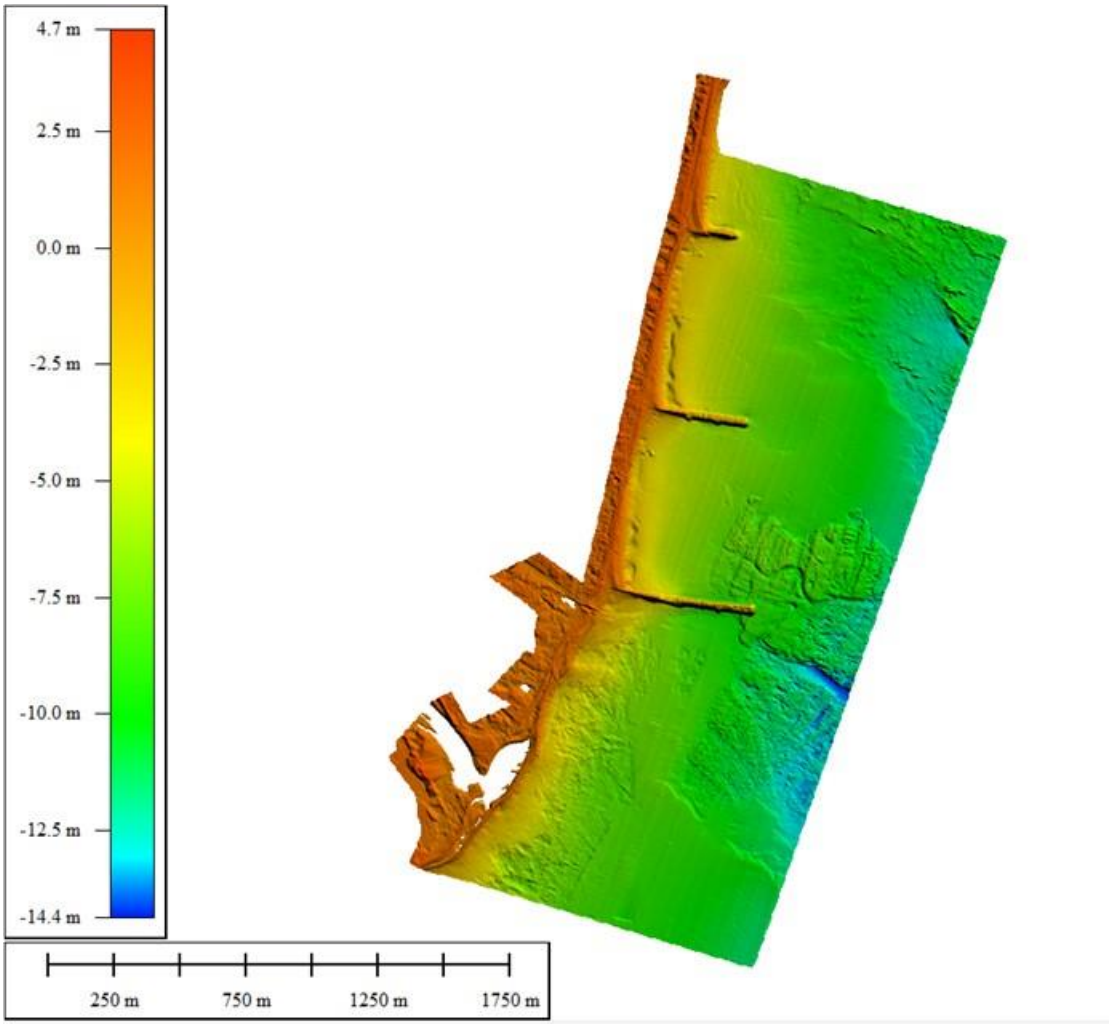
Se ha realizado un proceso de integración de todas las fuentes de datos para ofrecer un producto continuo topo batimétrico. El MDT topográfico, se ha unido a la Batimetría mediante los perfiles batimétricos en la costa, asegurando una proximidad suficiente entre ambas fuentes de datos para evitar errores de interpolación.

El resultado final de la unión de los datos topográficos y batimétricos es un archivo ráster georreferenciado con una resolución de 2 metros. Este producto integrado permite tener una representación continua y precisa del terreno tanto en la parte terrestre como en la parte marina, lo cual es de gran utilidad para el desarrollo de análisis y estudios posteriores en la zona de estudio.

Nube de puntos topográfica



Nube de puntos batimétrica

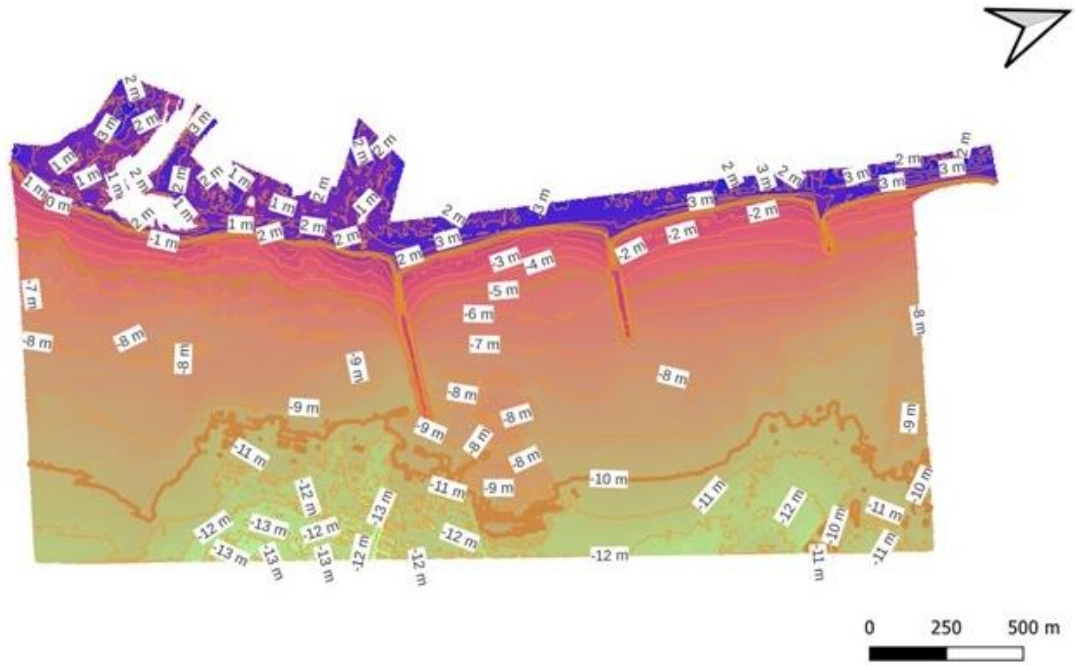


Ráster resultante de la unión

3.1.2. Curvas de nivel.

A partir del modelo digital continuo (MDE) obtenido, se han generado curvas de nivel con una equidistancia de 0.5 metros que cubren la totalidad de la zona de estudio en la playa de la Torre. También se han generado curvas cada 1 metro de cota para una representación más simple en planos.

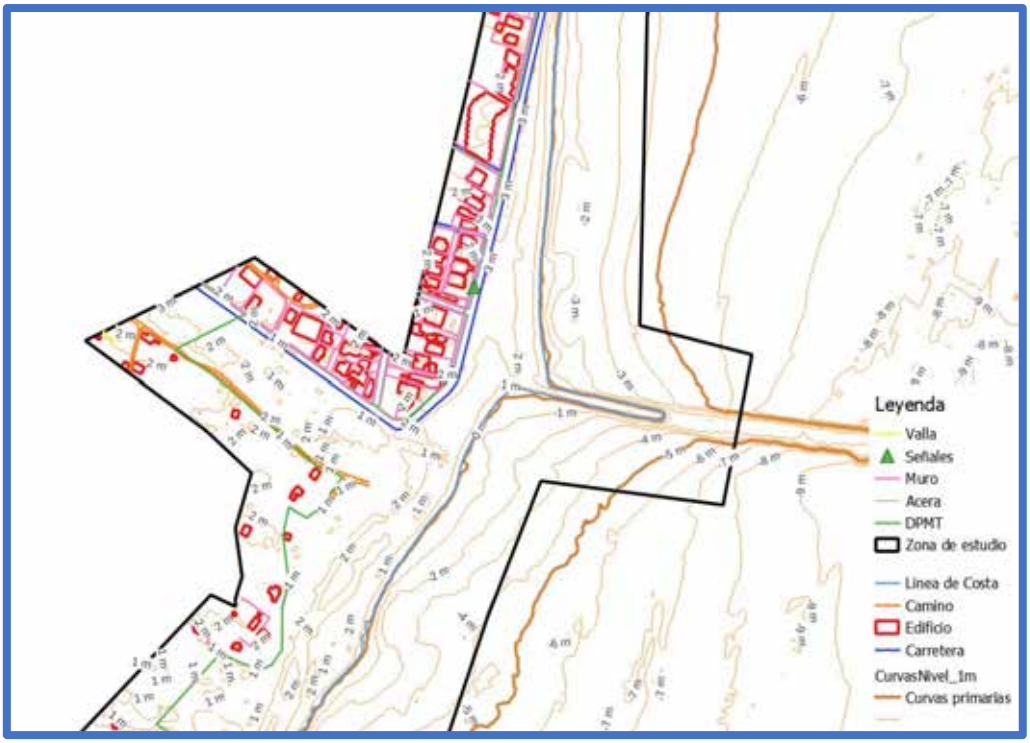
Las curvas de nivel generadas abarcan un rango de cotas que permite obtener una representación detallada de la variación de alturas en la zona estudiada. La equidistancia de 0.5 metros entre las curvas de nivel garantiza una alta precisión en la representación del terreno, lo que facilita la identificación de las características geomorfológicas, como pendientes, valles, cimas, y otros elementos del relieve.



Curvas de nivel con equidistancias de 1m sobre el MDS

3.1.3. Cartografía.

La cartografía se ha realizado a partir de la ortofoto y el Modelo Digital de Superficie (MDS). Se han definido las siguientes clases:



Detalle de la cartografía

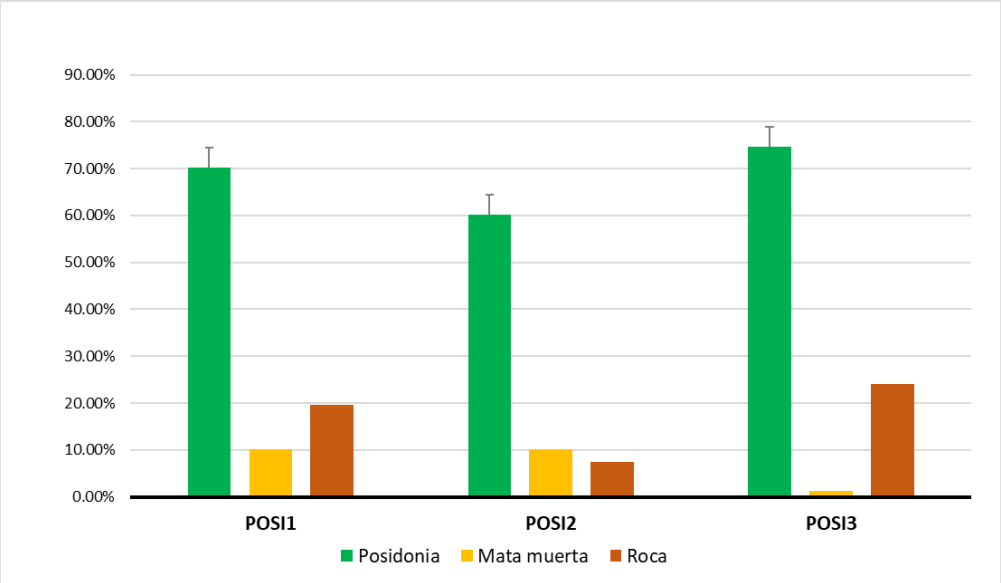
3.2. CARACTERIZACIÓN DE FANERÓGAMAS MARINAS.

Los resultados obtenidos y que se describen a continuación, representan el estado de calidad ambiental de las zonas en las que se han localizado recubrimiento de *Posidonia oceanica*. Estos resultados no representan el estado global de la fanerógama a lo largo de la zona de estudio ya que como se detalla en el apartado 3.4 CARTOGRAFIADO BIONÓMICO, mayoritariamente se ha observado la presencia de zonas de Mata muerta indicando así un estado de franca regresión de la pradera.

3.2.1. Cobertura.

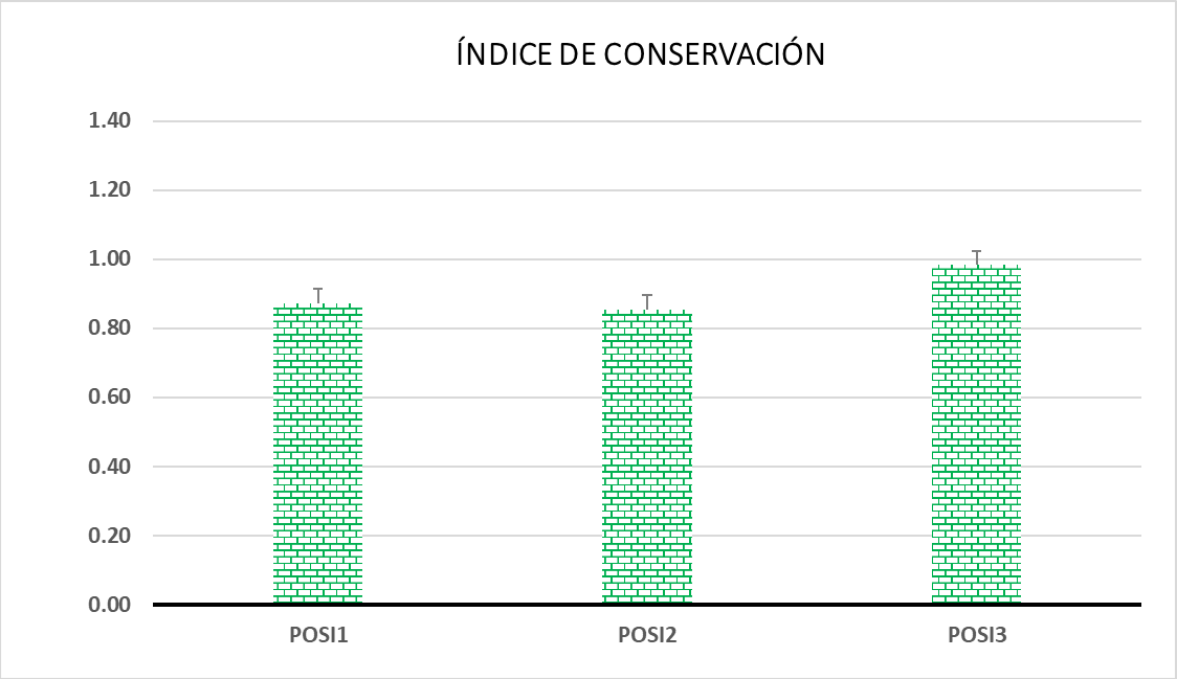
En la tabla siguiente se presentan los resultados de la medición de cobertura en cada una de las estaciones de muestreo. El valor reflejado en la tabla se corresponde con el valor medio de cobertura de cada estación considerando las mediciones obtenidas en cada uno de los transectos realizados.

Estación	Posidonia	Mata muerta	Roca
POSI1	70.23%	10.23%	19.54%
POSI2	60.21%	10.23%	7.55%
POSI3	74.58%	1.30%	24.12%



Distribución porcentual de las tipologías de substrato

En función de los valores porcentuales de pradera vive y mata muerta, se ha calculado el índice de conservación (IC) cuyos resultados se reflejan en la gráfica siguiente.



Como se observa, todos los valores de IC han sido superiores a 0.8 y, por tanto, se correspondería con un estado de conservación “Favorable”.

3.2.2. Densidad.

En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos de la medición de la densidad en las cuatro estaciones de muestreo.

Estación	Densidad (haces/m2)
POSI1	392
POSI2	415
POSI3	406

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que en todas las estaciones de muestreo la valoración del estado de la pradera, por lo que a este parámetro se refiere, y en base a la metodología descrita, se correspondería con la clasificación de estado “Favorable-normal”.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FONDOS SEDIMENTARIOS.

En el anexo biológico se presenta el resultado del análisis taxonómico realizado a las 7 muestras extraídas en la zona de estudio.

Para cada especie se señalan el número de ejemplares existentes en cada muestra y para cada muestra se indica el valor de Abundancia (número de ejemplares presentes) y Riqueza específica (número de especies identificadas). La identificación taxonómica se ha realizado a nivel de macrobentos y principalmente centrado en los taxones de Poliquetos, Moluscos, Crustáceos y Equinodermos. En la nomenclatura taxonómica se ha seguido la clasificación de especies del WoRMS (World Register of Marine Species).

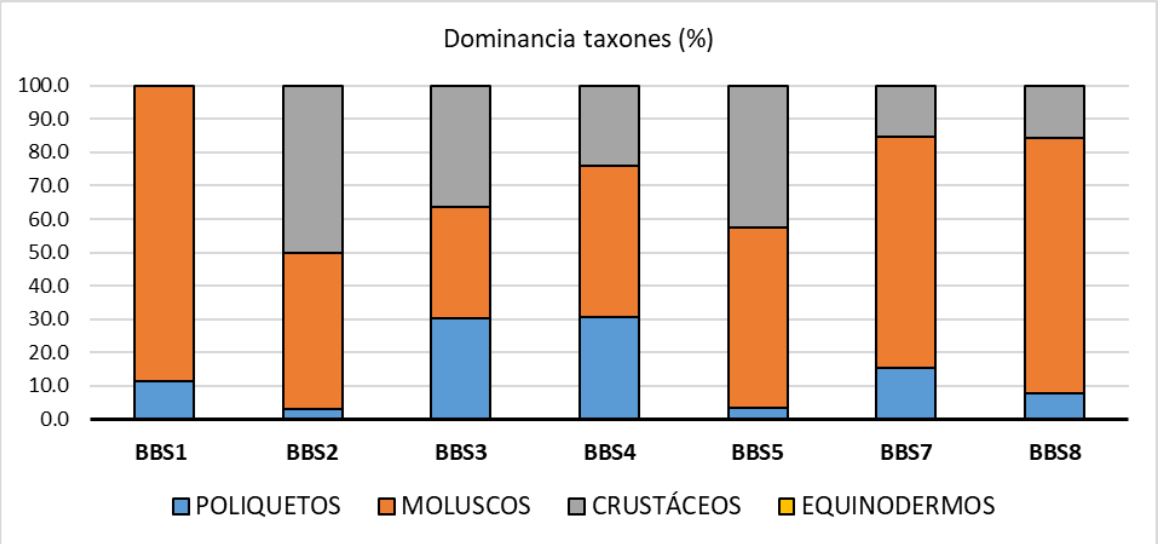
De las 7 muestras analizadas, se han recogido un total de 315 ejemplares, pertenecientes a un total de 61 especies de macroinvertebrados. Estas especies incluyen mayoritariamente moluscos, poliquetos, crustáceos y equinodermos.

3.3.1.1. Dominancia

En la tabla siguiente se muestra para cada muestra el valor de dominancia de los cuatro grupos taxonómicos principales en la estructuración del macrobentos sedimentario, a saber, moluscos, poliquetos, crustáceos y equinodermos.

Dominancia (%)	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
POLIQUETOS	11.54	3.13	30.30	30.67	3.53	15.38	7.89
MOLUSCOS	88.46	46.88	33.33	45.33	54.12	69.23	76.32
CRUSTÁCEOS	0.00	50.00	36.36	24.00	42.35	15.38	15.79
EQUINODERMOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Dominancia (%) de cada taxón en cada muestra



Dominancia (%) de cada taxón en cada muestreo

Los valores obtenidos muestran que el taxón de los moluscos es el que mayor representación tiene en todas las muestras analizadas, derivado de la presencia de un mayor número de ejemplares, en particular de las especies *Chamelea gallina, Abra alba, Alvania cimex, Dosinia lupinus y Alvania unica*. Considerando todas las muestras analizadas como un solo poblamiento, estas especies representan, respectivamente, el 11.27%, 8.53%, 4.75%, 4.24% y 4.14% de todo el poblamiento bentónico. Es decir, conjuntamente representan el 38.07% de todo el poblamiento macrobentónico.

En segundo lugar se encuentra el grupo de los crustáceos, derivado de la abundancia de la especie *Monocorophium spp., Apseudopsis latreillii y Eurydice pulchra*. En el resto de las muestras, los crustáceos son el tercer taxón en valores de dominancia.

Por su parte el grupo de los poliquetos en donde las especies *Magelona papillicornis* y *Pholoe minuta* son las principales especies por porcentaje de representación.

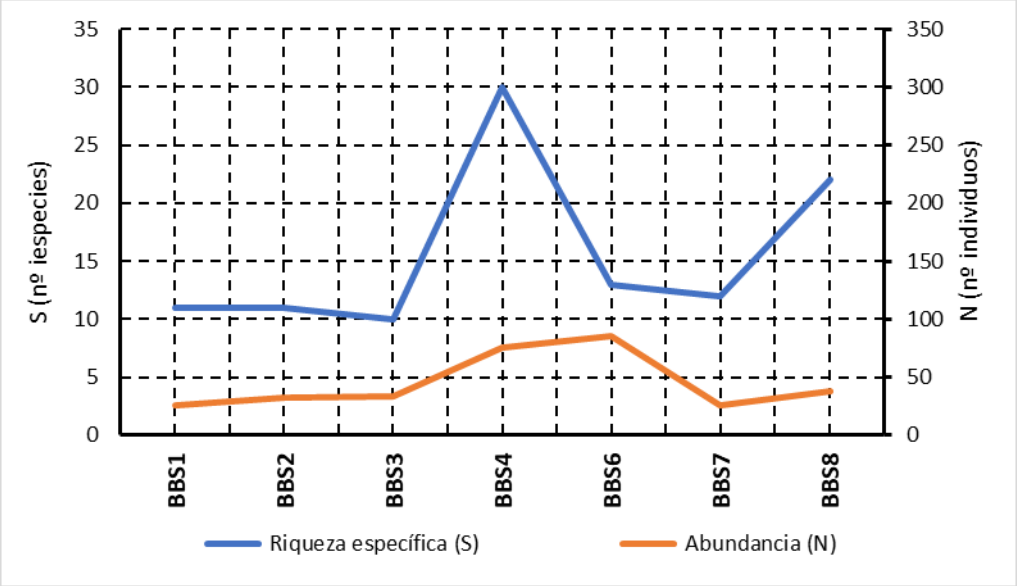
3.3.1.2. Parámetros estructurales

En la tabla siguiente se presentan los valores de diferentes estadísticos referidos, en este caso, a cada una de las muestras.

Estación muestreo	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)
BBS1	11	26	0.8832	2118
BBS2	11	32	0.8196	1965

Estación muestreo	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)
BBS3	10	33	0.8577	1975
BBS4	30	75	0.8991	3058
BBS5	13	85	0.7593	1947
BBS7	12	26	0.886	2201
BBS8	22	38	0.939	2901

Valores de los principales estadísticos de caracterización de las muestras (S: riqueza específica; N: abundancia; J’: índice de Pielou; H’: índice de diversidad de Shannon)

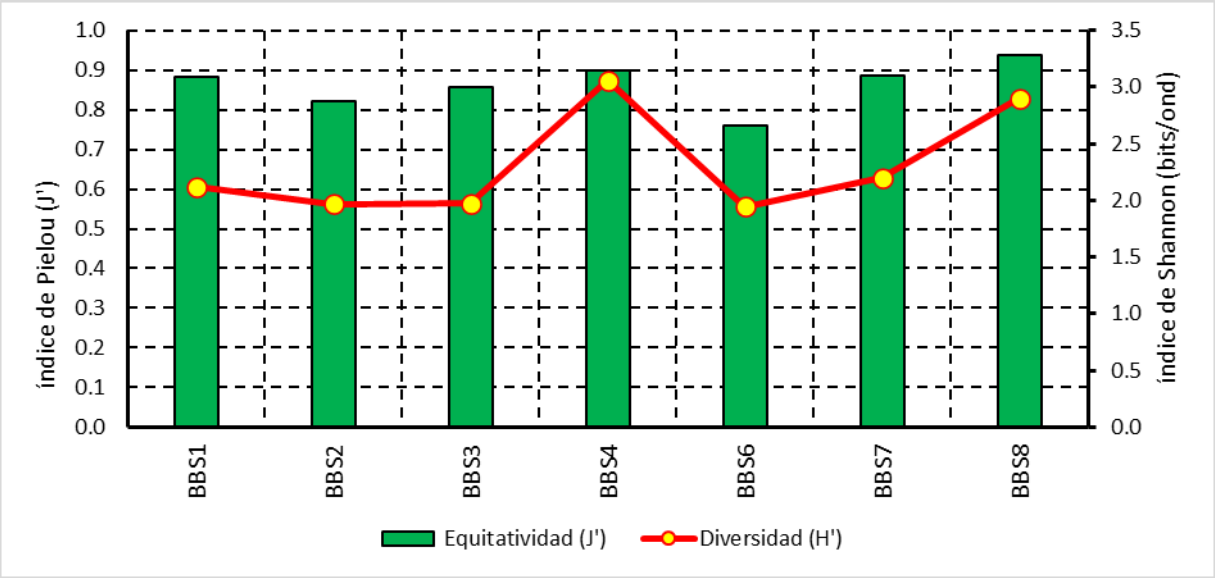


Representación conjunta del número de ejemplares (abundancia) y del número de especies (riqueza específica) en cada muestra.

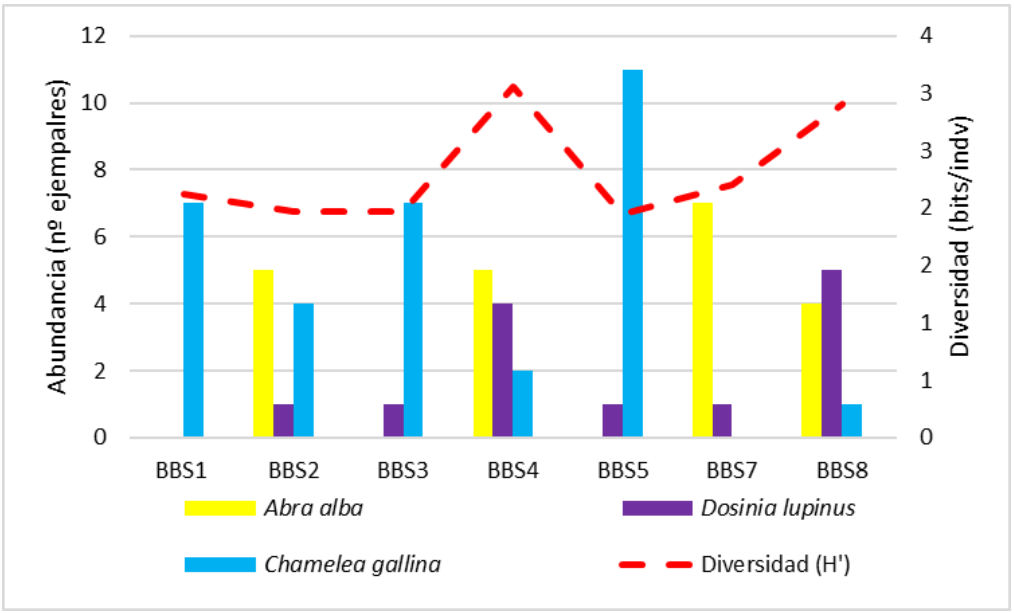
La riqueza específica oscila entre un valor mínimo de 11 especies en las muestras BBS1 y un máximo de 30 en la estación BBS4. Es decir, una diferencia de 22 especies, que resulta significativa desde el punto de vista ambiental y que, por tanto, mostraría una clara diferencia de la estación BBS4 con respecto al resto de estaciones.

En el caso de la Abundancia se detecta un valor máximo de 85 ejemplares en la muestra BSS6 y un valor mínimo 26 ejemplares en BSS1 y BSS7.

En la gráfica siguiente se representan los valores del índice de diversidad de Shannon (H’) y del índice de Pielou (J’).



Como se observa en la gráfica siguiente el valor del índice de diversidad (H’) presenta una clara correlación con los valores de abundancia de las especies de moluscos que dominan el poblamiento bentónico, en particular con *Chamelea gallina* y *Dosinia lupinus*.



En estos casos la elevada abundancia relativa de alguna de esas especies presentes en el poblamiento otorga una cierta homogeneidad al mismo, lo que incide negativamente sobre el valor del índice de diversidad.

Esta correlación positiva se constata también a partir de los valores del índice de Pielou (J’). Este índice representa la uniformidad (equitavidad) en la distribución numérica entre las diferentes especies del conjunto estudiado. Los valores cercanos a 1 se corresponden con una buena estructuración del poblamiento.

En el caso del índice de Pielou, los valores más cercanos a 1 se obtienen en las estaciones de muestreo BS1 y BS3, mostrando una mejor estructuración del poblamiento bentónico. Como en el caso del índice de diversidad, los elevados valores de abundancia relativa de alguna de las especies es la responsable de que en BS0, BS2 y BS4 el valor sea más reducido.

3.3.1.3. Análisis de agrupamientos

El análisis de agrupamiento entre las muestras, basado en la distancia euclídea y mediante el software Primer, considerando los valores de dominancia, da como resultado el siguiente diagrama clúster.

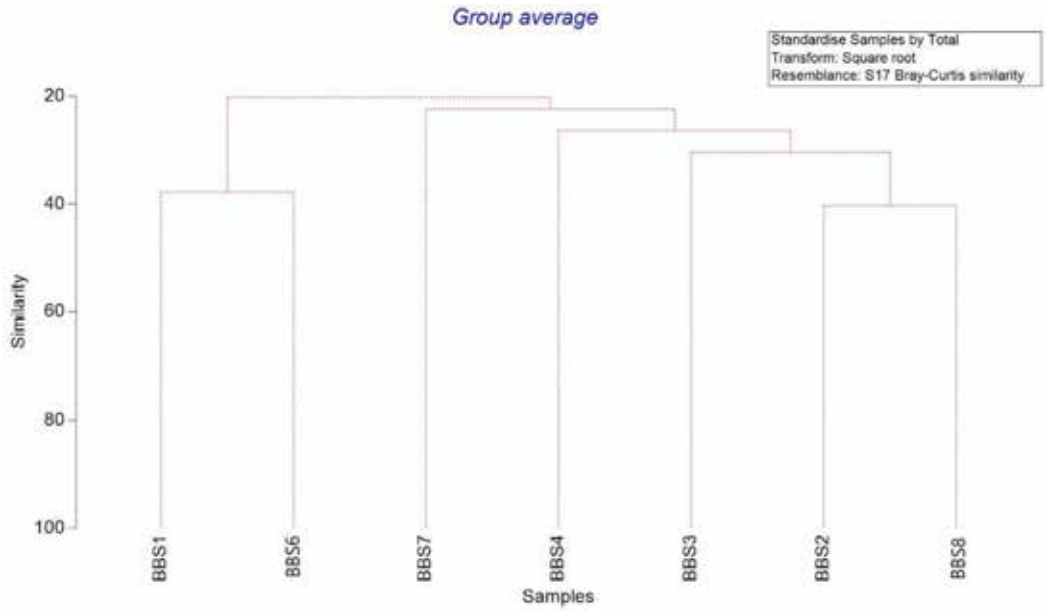


Diagrama clúster de similitudes entre las muestras (matriz abundancia).

El resultado del análisis clúster muestra un porcentaje de similitud bajo entre todas las muestras. Aunque el poblamiento en todas las muestras es muy similar entre ellas por lo que respecta a las especies más relevantes del poblamiento, la proximidad de las estaciones de muestreo a zona con recubrimientos vegetales, o a zonas de mata muerta

de *Posidonia oceanica*, o a zonas con presencia de coralígenos, da lugar a que se localicen especies más propias de esas interacciones que del substrato sedimentario en concreto.

El resultado del análisis SIMPER, permite identificar que el poblamiento conjunto de la zona de estudio se caracteriza por las especies *Chamelea gallina, Dosinia luoinus, Alvania cimex, Ttitia varicosa, Apseudopsis latrerillii* y *Abra alba*, ya que estas especies suponen el 70.11% del poblamiento bentónico de la zona de estudio.

3.3.1.4. Adscripción bionómica

A partir de los resultados granulométricos, de la identificación taxonómica y del análisis de similitudes, se puede concluir que todas las muestras analizadas se corresponderían con una adscripción bionómica de *Comunidad de las Arenas finas con Chamelea gallina*.

Conforme a los datos disponibles en el Estudio *Ecocartográfico del litoral de la provincia de Castellón (MAGRAMA, 2010)* la zona objeto del presente estudio se corresponde con la Comunidad de las Arenas finas bien calibradas, que se corresponde con el poblamiento identificado en el presente estudio.

Aplicando la clasificación de hábitats desarrollada en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[15] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)*[16], se puede concluir que los hábitats presentes en la zona de estudio se corresponderían con el denominado *Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales* (código hábitat: 030402) y en particular:

- Con el subhábitat de *Arenas finas infralitorales bien calibradas* (Código hábitat: 03040220), en la zona representada por el resto de estaciones de muestreo.

En consecuencia, se puede concluir que la caracterización del poblamiento bentónico de fondos sedimentarios presente en la zona de estudio mantiene la misma

15 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.
16 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

estructuración bionómica que se identificó en 2007 con el desarrollo del *Estudio Ecocartográfico del litoral de las provincias de Alicante y Valencia.*

3.3.1.5. Valoración ambiental de los poblamientos

Atendiendo a los indicadores biológicos aceptados para el Mediterráneo occidental en el RD817/2015[17], se va a aplicar en el presente caso el índice MEDOCC.

Como se ha desarrollado en el apartado de metodología, el índice MEDOCC se basa en la capacidad de respuesta de las especies de macrobentos a las alteraciones ambientales naturales o antropogénicas. El índice se basa en la clasificación de las especies de macroinvertebrados en 4 grupos ecológicos en función de su sensibilidad/tolerancia al enriquecimiento orgánico y se calcula conforme a la siguiente expresión:

$$MEDOCC = [(0x\%GI)+(2x\%GII)+(4x\%GIII)+(6x\%GIV)]/100$$

Atendiendo a la base de datos de especies y su respectiva clasificación en los diferentes grupos ecológicos o grupos tróficos desarrollada por el laboratorio de AZTI[18] para el cálculo del índice AMBI[19] y que se va actualizando periódicamente (última actualización: 2019), se obtiene que en las muestras objeto del presente estudio el porcentaje de los diferentes grupos es el siguiente:

Estación muestreo	Grupos ecológicos				
	GI	GII	GIII	GIV	GV
BBS1	66.67	28.57	4.76	0.00	0.00
BBS2	59.38	9.38	31.25	0.00	0.00
BBS3	81.82	9.09	9.09	0.00	0.00
BBS4	43.08	24.62	24.62	3.08	4.62
BBS5	46.25	5.00	46.25	2.50	0.00
BBS7	34.78	34.78	30.44	0.00	0.00
BBS8	62.50	6.25	28.13	3.13	0.00

Porcentaje en cada muestra de los grupos ecológicos considerados para el cálculo de índice AMBI.

17 Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
18 www.azti.es
19 BORJA, A.; MUXICA, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTOI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin 50, 787-789.

Recordar en este punto que se consideran oportunistas a aquellas especies que se presentan adscritas en la tabla anterior a los grupos ecológicos GIV y GV. En el índice MEDOCC, estas dos categorías se incluyen en una sola (GIV). Los resultados del cálculo del índice MEDOCC se presentan en la tabla siguiente.

Estado ecológico	MEDOCC	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	0.0<MEDOCC<1.6	0,76	1,44	0,55				1,44
Bueno	1.6<MEDOCC<3.2				1,94	2,10	1,91	
Mediocre	3.2<MEDOCC<4.8							
Deficiente	4.8<MEDOCC<5.5							
Malo	5.5<MEDOCC<6							

Correspondencia entre los valores del índice MEDOCC y la valoración del estado ambiental

Como se observa, los resultados obtenidos se corresponden con un estado ambiental entre "Bueno" y "Muy bueno" para todas las muestras.

En la tabla siguiente se muestra la transformación de los datos del índice MEDOCC a los rangos de valoración EQR tal como vienen definidos en el RD817/2015 (op.cit.).

Conforme a la clasificación de las masas de aguas superficiales costeras del RD 1/2016[20] la zona de estudio se localiza en la masa de código *Cabo de Oropesa-Burriana* (código de masa de agua: C004) y se corresponde con una tipología AC-T01 (*Aguas costeras mediterráneas con influencia fluvial moderada, someras arenosas*).

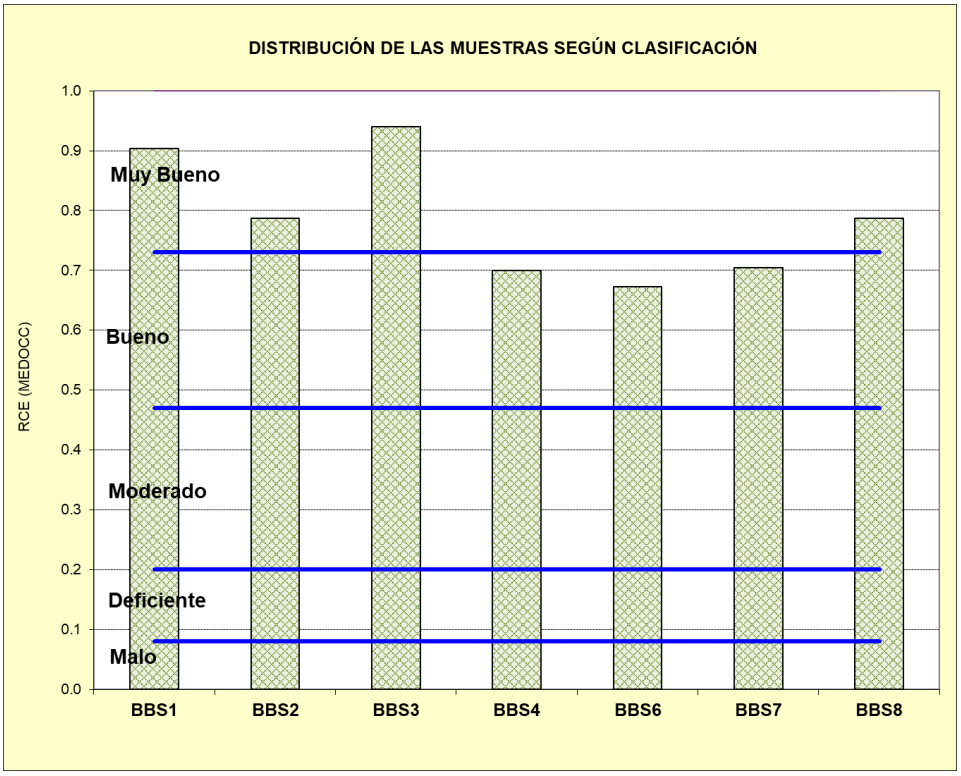
De esta forma, aplicando los valores del índice MEDOCC asignados al tipo de masa de agua costera natural AC-T01, se obtiene que la clasificación del estado de calidad ambiental que se obtiene a partir de las muestras analizadas se corresponde con los valores de la siguiente tabla.

Estados de calidad ambiental	Valor EQR	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Muy bueno	EQR > 0.73	0,90	0,79	0,94				0,79
Bueno	0.73 < EQR < 0.47				0,70	0,67	0,70	
Mediocre	0.47 < EQE < 0.20							

[20] *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.*

Estados de calidad ambiental	Valor EQR	BBS1	BBS2	BBS3	BBS4	BBS5	BBS7	BBS8
Deficiente	0.20 < EQR < 0.08							
Malo	EQR < 0.08							

Clasificación del estado ambiental a partir del índice MEDOCC.



Histograma de clasificación de las muestras conforme al índice MEDOCC.

Como se observa, los resultados obtenidos muestran que toda la zona de estudio se correspondería con estado ambiental entre BUENO y MUY BUENO.

3.4. CARTOGRAFIADO BIONÓMICO.

Como se ha señalado anteriormente, la prospección realizada se ha basado en dos metodologías, el sonar de barrido lateral y transectos con cámara de vídeo remolcada. El proceso de análisis de la información obtenida se desarrolla a partir de la visualización de los recorridos completos.

3.4.1. Investigación y resultados del sonar de barrido lateral

Una vez revisados los registros obtenidos por el SBL se procedió al análisis de la zona de estudio y a la realización de un mosaico digital en formato fotográfico del fondo marino a lo largo de la zona de estudio. La construcción de los planos mosaico se realizó

a partir de los datos digitales obtenidos en campo. Los datos fueron procesados en conjunto disponiendo de varias líneas de investigación georeferenciadas en un mismo plano con un solape determinado entre ellas. En el procesado, se comprobó que el layback y offset del sonar con respecto al barco había sido realizado durante la toma de datos.

Una vez realizado el mosaico digital del SBL se procede a su interpretación mediante las diferentes reflectividades obtenidas en los sonogramas. La combinación de todos los equipos utilizados en la campaña y su interpretación ha facilitado la identificación de varias morfologías marinas.

Se han detectado una serie de morfologías, los cuales son las más representativos del área mediterránea:

1. Fondo de guijarros infralitorales en la zona ubicada más al sur, desde los primeros metros hasta los -8 m de profundidad.

2. Fondos de arenas finas, que se extienden por la zona costera entre los 0 y -10m de profundidad.

3. Tanatocenosis de *Posidonia oceanica* desde los -5m de profundidad hasta los -25m

4. Fondos con presencia de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta entre aproximadamente la cota de -10m y la de -15m.

5. Fondos de roca con coralígenos, localizados a lo largo de la zona de estudio entre las cotas batimétricas de -14m a -20m, observándose estructuras más desarrolladas en la zona norte.

6. Presencia de recubrimientos laxos de *Cymodocea nodosa* en la zona sur y norte entre los -7 y -13m de profundidad.

3.4.2. Prospección con cámara de vídeo remolcada.

La georreferenciación de los recorridos de la cámara permite que, simultáneamente al visionado de los vídeos, se vaya incorporando la información extraída sobre la información existente respecto de la tipología de fondos (backscatter y SBL). De esta

forma se facilita la interpretación de los aspectos de interés, así como para clarificar algunos detalles de la tipología de substratos.

El visionado de los vídeos ha permitido ir detectando o identificando distintas tipologías del fondo de la zona de estudio, así como otras características centradas principalmente en la detección e identificación de los recubrimientos de fanerógamas marinas presentes.

De los resultados obtenidos se obtiene que en la zona de estudio se diferencian las siguientes tipologías principales de fondo:

1. Fondo sedimentario.
2. Substrato duro coralígeno. En la zona de estudio esta tipología, por las imágenes de video analizadas se corresponde en su totalidad con zonas se substrato duro colonizado por concrecionamientos de algas fotófilas.
3. Presencia de *Cymodocea nodosa*.
4. Mata muerta de *Posidonia oceanica*.
5. Mata muerta con distintos grados de sedimentación
6. *Posidonia oceanica*
7. Substrato sedimentario de guijarros y bloques.

A continuación, se desarrolla una descripción de los fondos marinos de la zona de estudio a partir del análisis de las imágenes de vídeo.

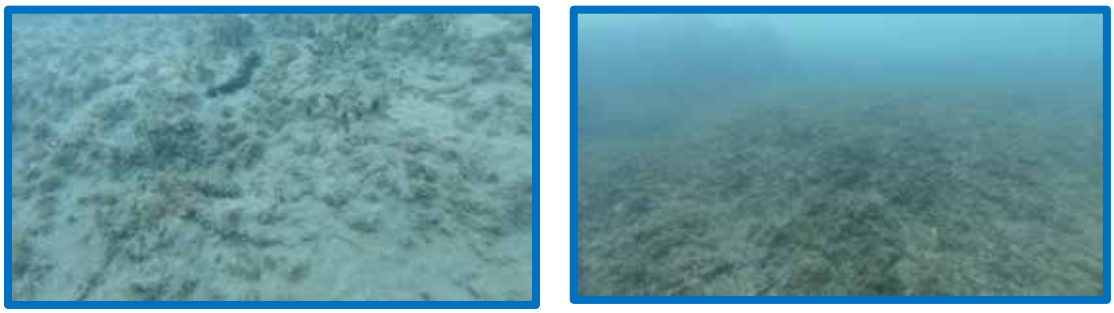
En la zona más costera del área de estudio, desde los -0m hasta los -5m y -10m de profundidad se ha observado un fondo sedimentario de arena.

Zona sedimentaria

En la zona más al sur y la zona norte entre los -7m y -13m de profundidad, se detecta la presencia de *Cymodocea nodosa* en forma de haces dispersos o en concentraciones de muy baja densidad.

Cymodocea nodosa

A partir de las profundidades en torno a -5m se ha delimitado una zona de Mata muerta o Tanatocenosis de *Posidonia oceanica.*



Mata muerta

Esta tipología es la más representada a lo largo de la zona de estudio, ya que con distintos grados de enterramiento supone la mayor parte del fondo marino cartografiado. De las imágenes de video obtenidas y las inmersiones realizadas se ha podido observar cómo los restos de la antigua pradera de *Posidonia oceanica*, han sido enterrados a consecuencia de distintos procesos de sedimentación.

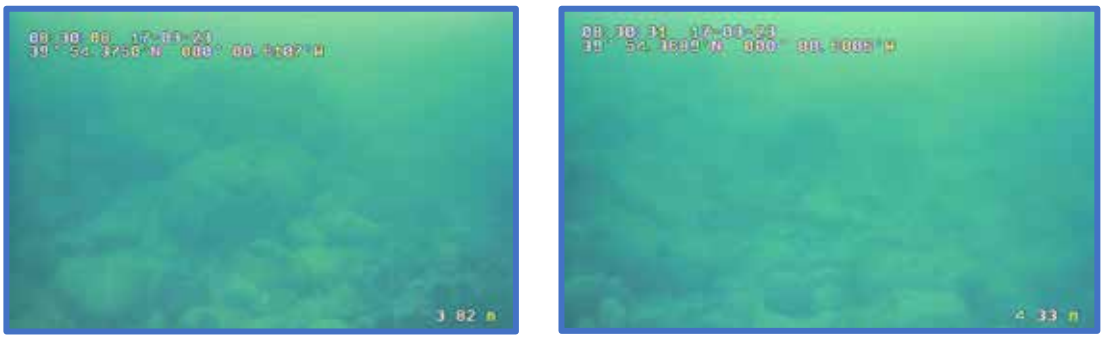
Las zonas *Posidonia oceanica* se han observado en zonas aisladas entre las profundidades de -10m y -25m, si bien con presencia de cubetas y canales sedimentarios de diversos tamaños.

Posidonia oceanica sobre mata muerta

Alrededor de las zonas delimitadas como tanatocenosis de *Posidonia oceanica* se han observado zonas de afloramientos rocosos, que se han clasificado como zonas de substrato duro coralígeno y que en su mayoría se encuentran recubiertos por algas fotófilas (*Udotea flabellum* y *Sphaerococcus coronopifolius).*

Substrato duro

En la zona sur, destaca la presencia de un fondo rocoso con acúmulos de guijarros desde la línea de costa hasta los -5 m de profundidad.



Guijarros

3.4.3. Tratamiento de datos. Integración de la información.

Con la metodología descrita, se dispone de la información sobre tipologías de substratos presentes en el fondo marino objeto de estudio. Así mismo, esa metodología también permite obtener información sobre la estructuración bionómica de biocenosis concretas que, en determinados casos y en función de los objetivos, puede ser suficiente no siendo, por tanto, necesario la ejecución de técnicas de muestreo más específicas.

En aquellos casos en los que la prospección con sonar de barrido lateral no ha podido llegar hasta la costa dada la poca profundidad del fondo marino, se ha complementado el trabajo mediante el uso de fotografía aérea georreferenciada.

Con toda la información obtenida mediante las técnicas descritas y mediante herramientas de cartografía digital, se elabora la cartografía bionómica de los fondos marinos de la zona de estudio. En la descripción de los hábitats presentes en la zona de estudio se ha seguido la clasificación de hábitats presente en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[21] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)* [22].

Los resultados del estudio e interpretación de los datos obtenidos de las actividades descritas en los apartados anteriores se presentan tanto en formato digital como en formato papel. Este último se presenta en el anejo 2 al final del presente informe.

En función de los objetivos del presente trabajo, como resultado de las actividades desarrolladas se han diferenciado 6 tipologías de fondo, a saber:

1. Fondo sedimentario
2. Fondo de guijarros infralitorales
3. Substrato duro

21 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.
22 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

4. Mata muerta de *Posidonia oceanica*

5. Pradera de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta

6. Presencia de *Cymodocea nodosa*

Los fondos sedimentarios se corresponderían con el resto de la zona de estudio, conformándose como el hábitat más extendido en la zona de estudio. Conforme a la clasificación de hábitats presente en el anexo de la Resolución de 22 de marzo de 2013[23] y el desarrollo de la interpretación de los mismo en *Templado et al (2012)* [24], esta zona se clasificaría como *Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales* (código hábitat: 030402) y en particular con el subhábitat de *Arenas finas infralitorales bien calibradas* (Código hábitat: 03040220).

Sobre el substrato rocoso se observa un recubrimiento algal típico de comunidades de algas fotófilas, si bien conforme a la complejidad orográfica de este tipo de substratos se detecta la presencia de enclaves hemifotófilos y esciáfilos en las zonas de cornisas y extraplomos donde la iluminación es menor. En cualquier caso, por su mayor relevancia en el entorno, los recubrimientos algares presentes sobre el substrato rocoso se correspondería con el hábitat de la Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con *Padina pavonica* y *Halopteris scoparia* (0301021701).

Parte del substrato duro observado se ha clasificado como mata muerta de *Posidonia oceanica,* en su mayoría semienterrada. Atendiendo al Inventario de hábitats, se ha clasificado esta tipología de fondo como Mata muerta de *Posidonia oceanica* (03051203).

Dentro de la tipología de pradera de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta se incluyen los fondos marinos que tanto a partir del estudio detallado de los sonogramas como de las exploraciones con cámara remolcada permiten diferenciar a lo lardo del área de estudio, zonas de recubrimientos muy laxos en las cotas menos profundas y zonas de

23 Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica.
24 TEMPLADO, J.; BALLESTEROS, E.; GALPARSORO, I.; BORJA, A.; SERRANO, A.; MARTÍN, L.; BRITO, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 231pp.

pradera conforme aumenta la profundidad. Conforme al Inventario de hábitats esta zona se correspondería con el hábitat Praderas de *Posidonia oceanica* sobre mata muerta (3051201).

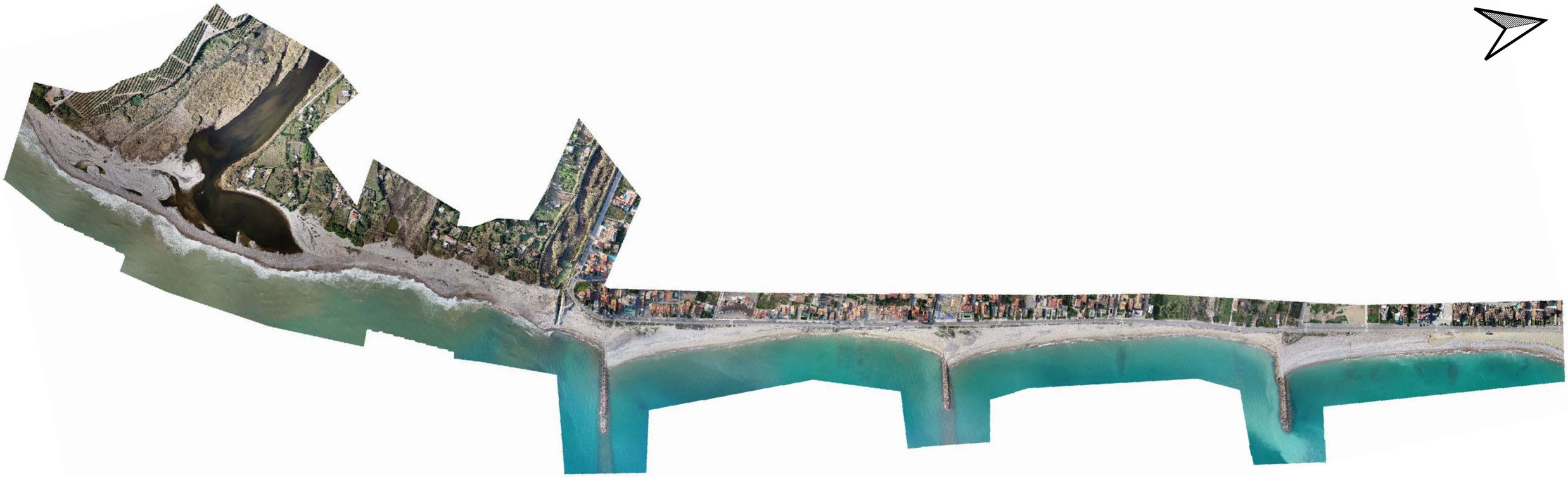
Por lo que respecta a la presencia de *Cymodocea nodosa*, ésta se ha detectado puntualmente en la zona más al sur, entre -10m y -13m y sobre fondo sedimentario sin haber apreciado continuidad entre ellas. Los recubrimientos detectados presentan haces muy dispersos o en concentraciones de muy baja densidad. Por tanto, no configuran una pradera de Cymodocea nodosa como tal, pero a efectos cartográficos y dada la importancia de esta especie, se ha decido enmarcar en la cartografía las zonas en las que este tipo de recubrimiento se ha identificado. Viene denominada como Praderas de *Cymodocea nodosa* de zonas abiertas profundas, sobre arenas (030509).

4. EQUIPO DE TRABAJO

Función	Nombre	Titulación
Dirección de los trabajos	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
Responsable Área Medio Marino	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas
		Máster Sanidad Medioambiental
Equipo de laboratorio	Carina Gonzalez Taboas	Lda. Químicas
	Guadalupe Sastre Salas	Lda. CC Biológicas
	Bibiana Pérez Cabo	Lda. Químicas
Equipo de trabajos en medio marino	Alejo Muruaga Ilazarri	Ldo. CC Biológicas
		Buzo profesional
		Patrón profesional
	Ignacio Giner Ponce	Ldo CC Biológicas, Máster Sanidad Medioambiental
	Mar Nieto Pérez	Grado Ciencias del Mar
		Buzo profesional
		Máster Evaluación y Seguimiento de Ecosistemas Marinos y Costeros
	Guadalupe García Blanco	Grado Biología
		Buzo profesional
		Máster en Biología Marina
Equipo trabajo topo-batimetría y GIS	José María Castello Moreno	Técnico Topografía
	Luis Carrasco Lucas	Grado en Ingeniería geomática y topografía
	Feliciano Martínez Gónzalez	Ldo. CC Geológicas
	Miguel Navarro Aranda	Ldo. CC Geológicas
Estudio de Paisaje	Sandra Recio Berenguer	Grado en Geografía y Medio Ambiente
		Máster Gestión recursos hídricos
	Josep Salort Escrivá	Grado en CC Ambientales
Arqueología subacuática	Jorge Blazquez Martínez	Grado en Geografía e Historia
		Máster en Arqueología

5. ANEJOS.

Anejo 1. Planos topobatimétricos



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

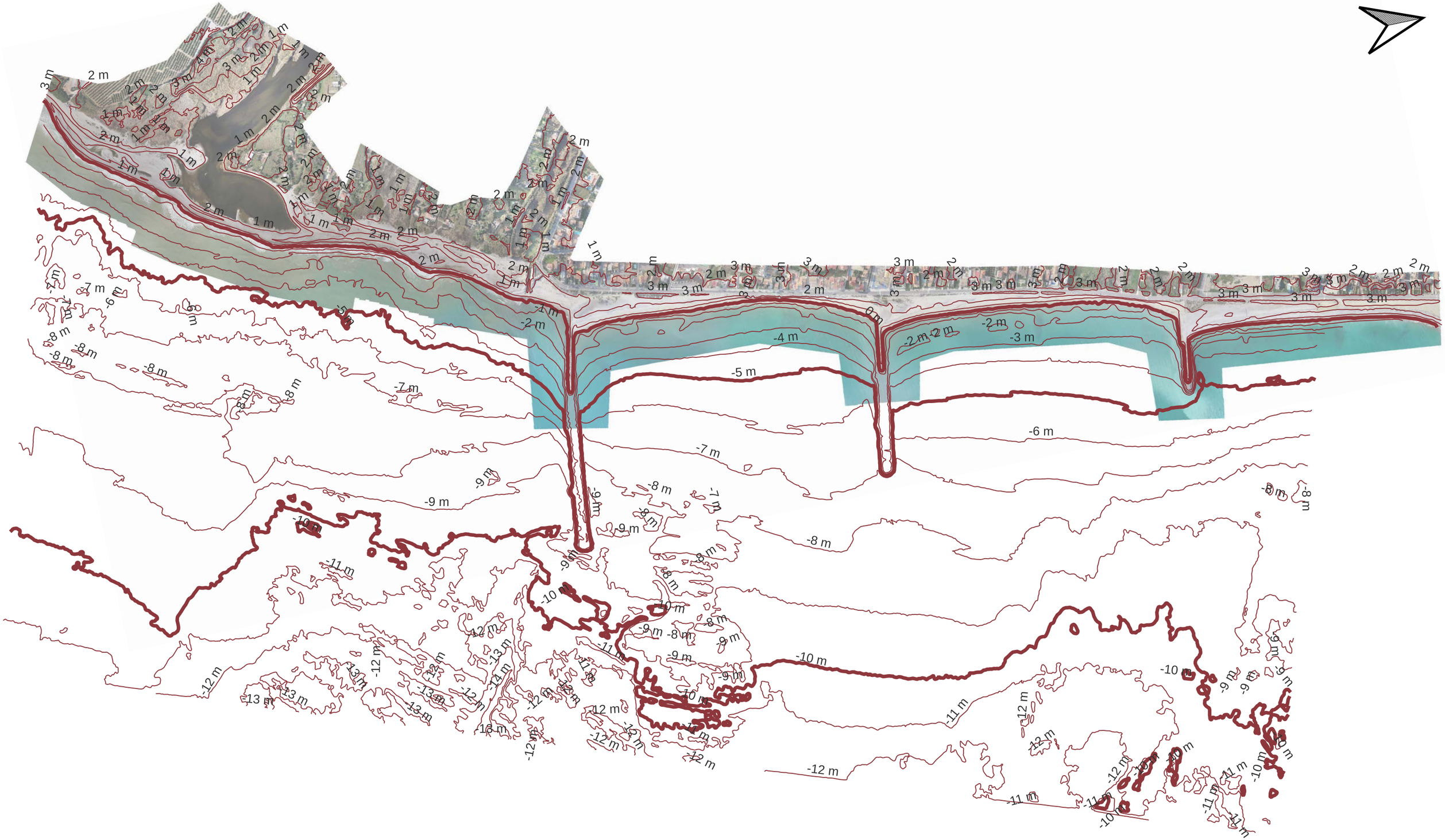
2023

Título plano:

ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL

ESCALA 1:8000 (A3)

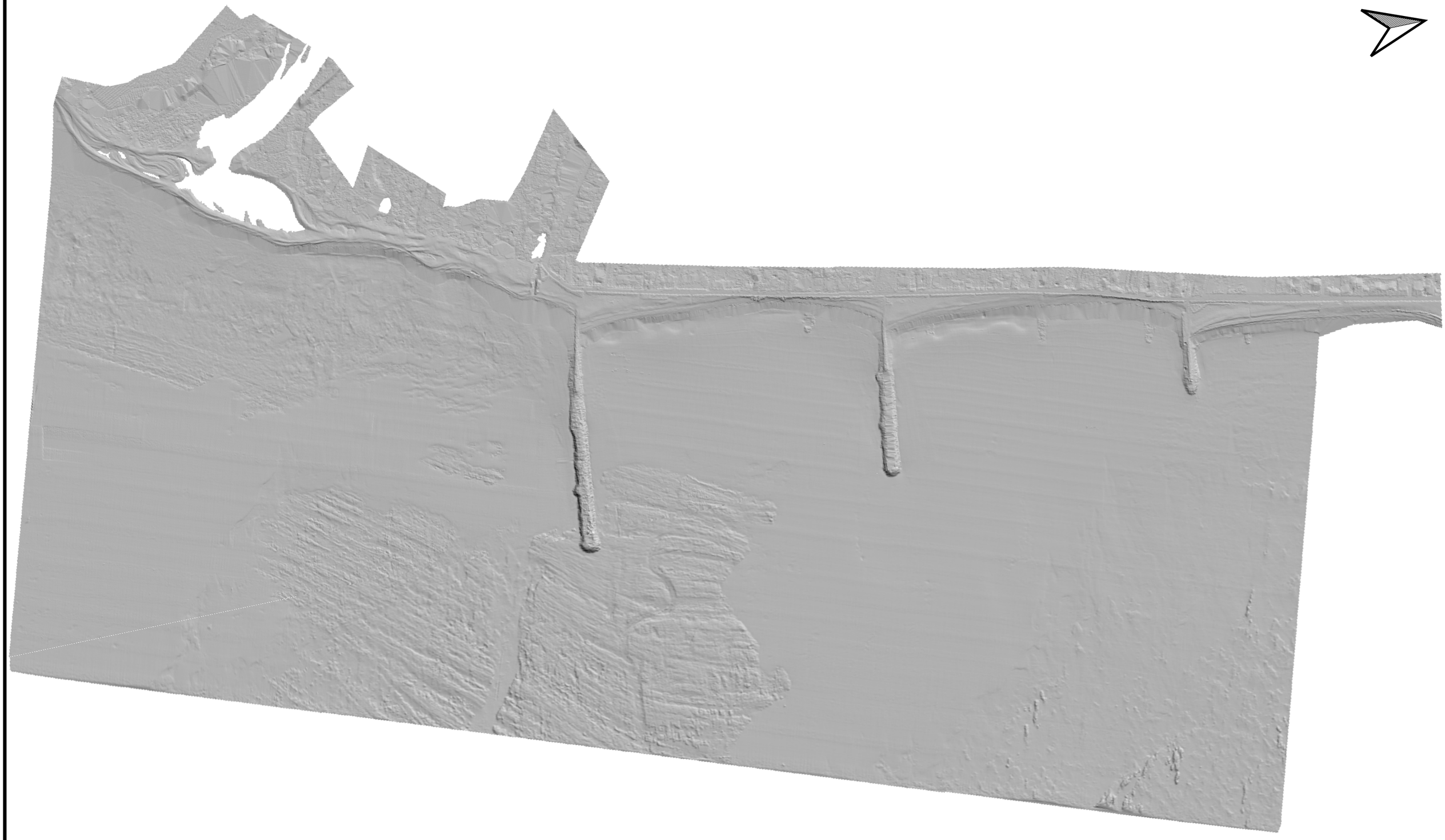
0 150 300 450 600 m



gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m



gamaser

Título proyecto:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)

Fecha:

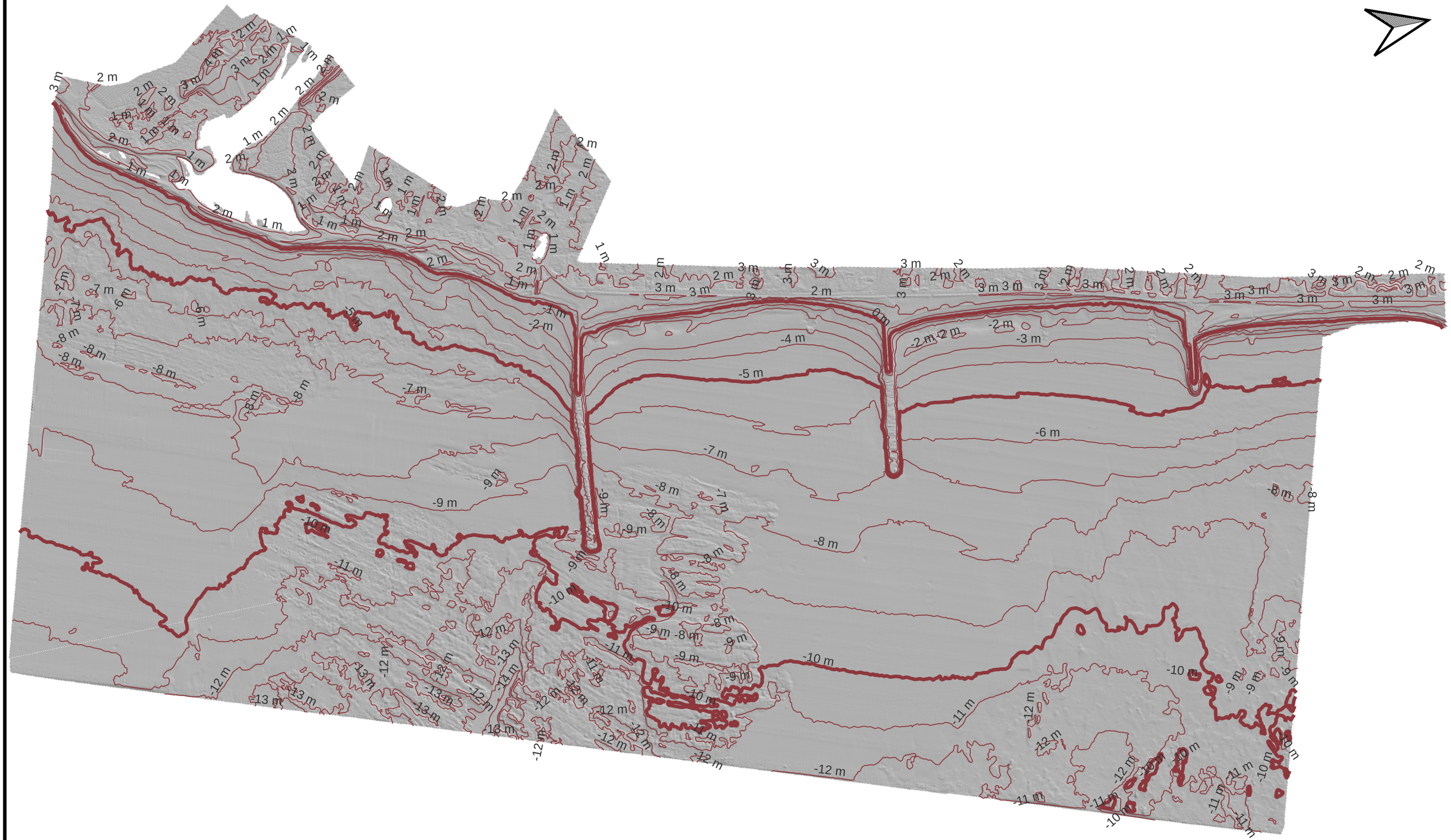
2023

Título plano:

MODELO DIGITAL DEL TERRENO

ESCALA 1:8000 (A3)

0 150 300 450 600 m

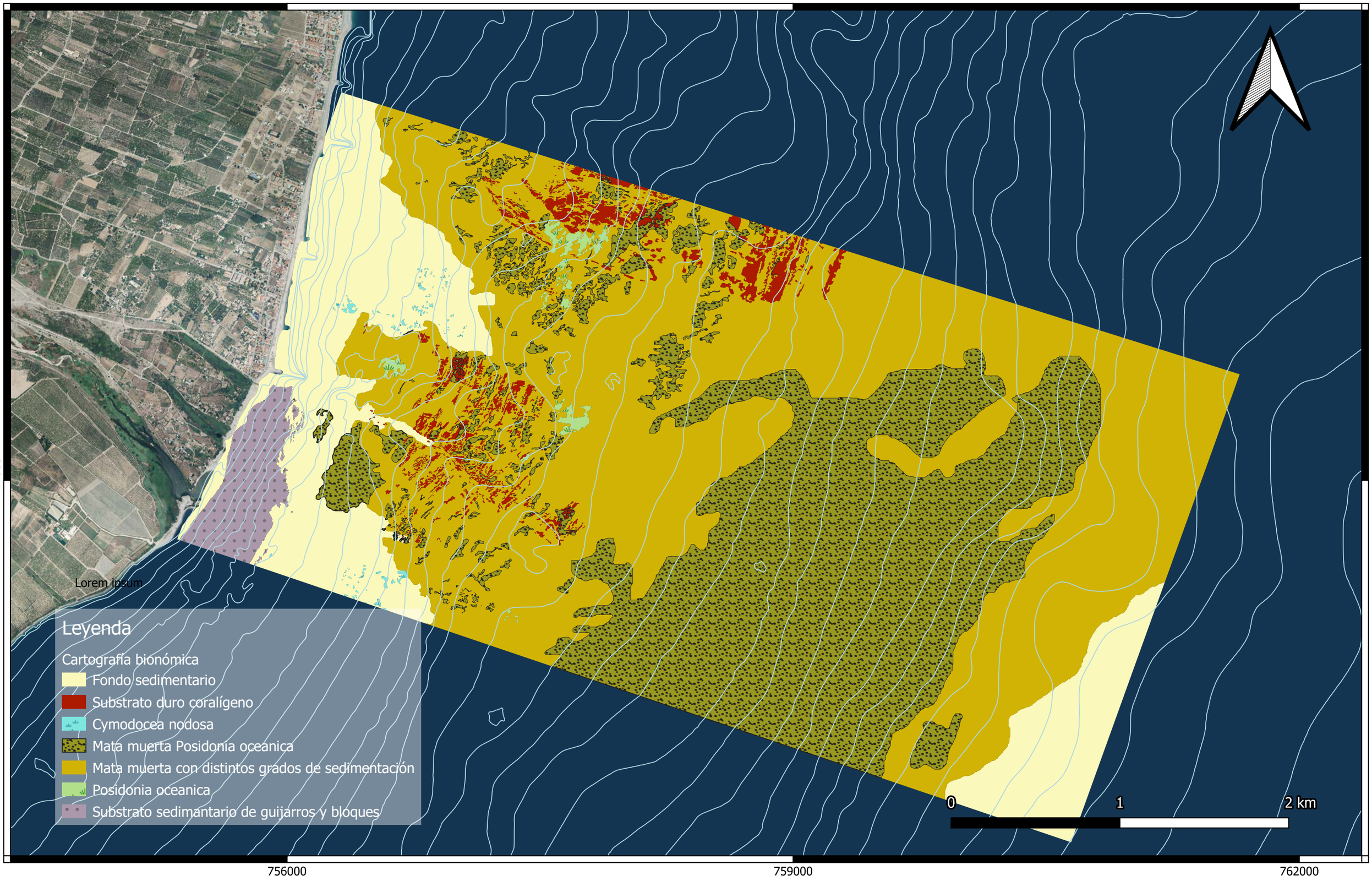


gamaser	Título proyecto: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)	Fecha: 2023	Título plano: MODELO DIGITAL DEL TERRENO Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:8000 (A3)

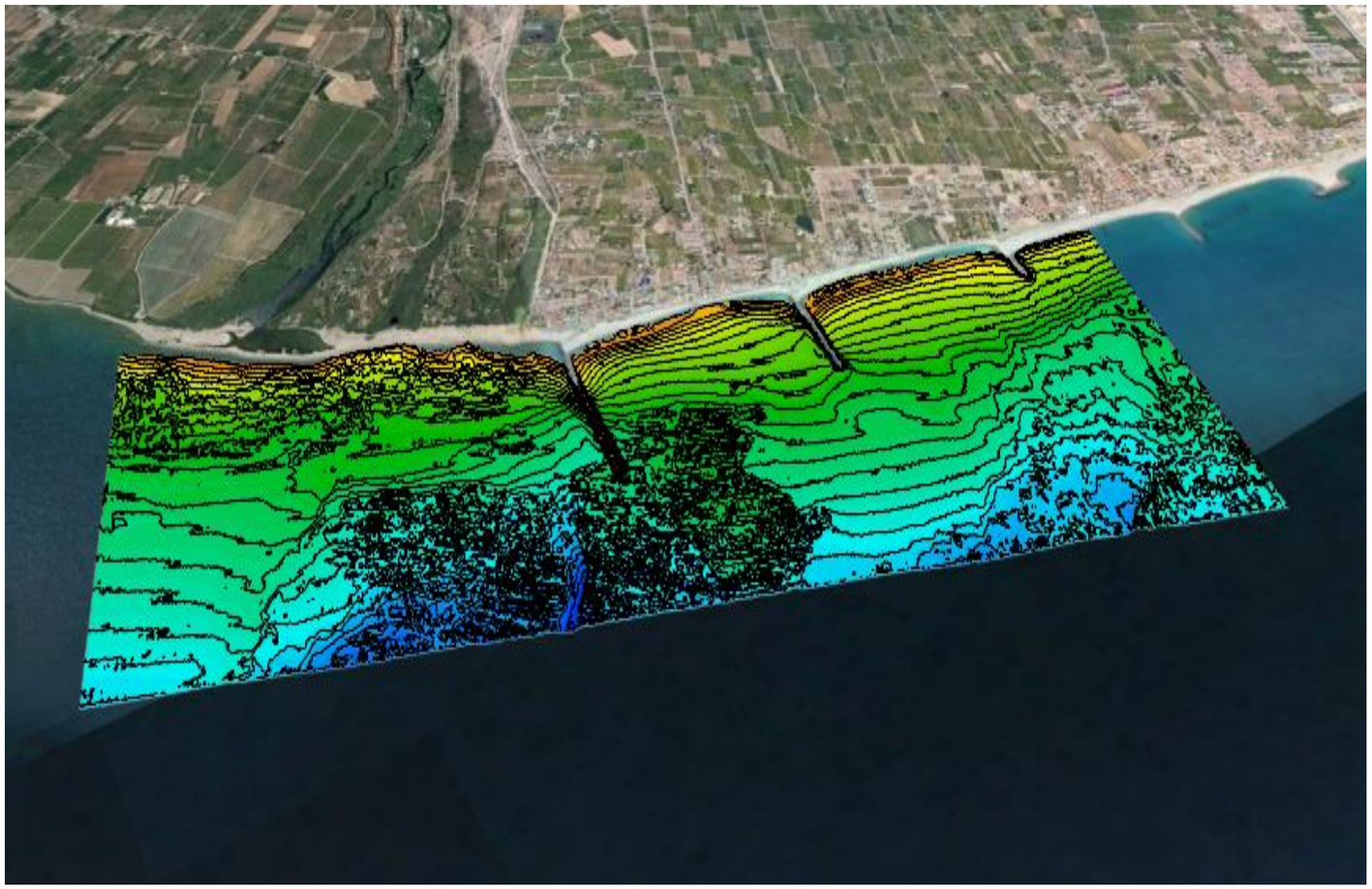
0 150 300 450 600 m

Anejo 2. Plano bionómico



IGM	EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON LA "REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA PLAYA DE LA TORRE EN ALMAZORA (CASTELLÓN)"	Proyección UTM ETRS89 HUSO 30	Abril 2023	gamaser

ANEXO 4.2:
MEMORIA DE LOS TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO Y SBL



IGM

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO Y SONOGRAFICO MULTIHAZ TRABAJOS DE BATIMETRÍA Y SSS PLAYA ALMASSORA, CASTELLÓN

Valencia, febrero de 2023

BAT I TOP
BATIMETRIA TOPOGRAFIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

RESUMEN GENERAL: 2

2. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS 3

DOCUMENTACION DE PARTIDA Y REFERENCIA 3

PLANTA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO 3

3. TAREAS COMUNES 3

EL GEOIDE COMO MARCO POSICIONAL 3D 3

4. TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO 4

TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO. 4

ESTANDAR DE PRECISION ALCANZADO 4

SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA CAMPAÑA 5

OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DEL SONIDO 5

PERFILES DE PROPAGACION DEL SONIDO EN EL AGUA ADQUIRIDOS 6

PARAMETROS AMBIENTALES DE CALIBRACION ACUSTICA 6

DETERMINACIÓN DE SEPARACIONES DE DISPOSITIVOS, LOS OFFSETS 7

CALIBRACION ANGULAR O PATCH-TEST 8

INFORME DE RECOLECCION DE DATOS MULTIHAZ 8

Día 22 febrero de 2023 8

Día 23 febrero de 2023 9

Día 25 de febrero de 2023 9

CORRECCIONES DURANTE LA RECOLECCIÓN DE DATOS BATIMÉTRICOS 10

INFORME DE CALIDAD Y ERRORES PROPAGADOS (TPU) 10

UTILIZACIÓN DEL SONAR DE BARRIDO LATERAL INTEGRADO + BACKSCATTER 11

PLANTA DE DATOS PROCEDENTES DEL BACKSCATTER 12

5. PROCESO DE LOS DATOS 12

PROCESO DE LOS DATOS BATIMÉTRICOS 12

BATIMETRÍA, profundidades 12

MAREAS, referencia de elevación desde GPS rtk 13

ELABORACIÓN DEL MDT 13

SONOGRAFÍA, procedentes de SBL y retrodispersión 14

IMAGINERÍA EN PLANTA, MODULO GEOCODER 15

6. APENDICE DE MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS 15

EQUIPO DE BATIMETRÍA 15

7. PLANOS 22

1. INTRODUCCIÓN

RESUMEN GENERAL:

El objeto de la presente memoria descriptiva es la descripción de los trabajos batimétrico s y sonográficos necesarios paras sentar las bases del proyecto constructivo para la estabilización del entorno de la desembocadura del rio Anna en Burriana, Castellón.

Ajuste geodésico:

Para seguir los criterios establecidos por norma, por localización se replantea el trabajo en el huso 30, para que así se integre en un marco general. Basando las correcciones diferenciales de tierra GPS mediante conexión directa a la red de bases de la RED ERVA de Valencia integrada en la red nacional del IGN. Seleccionando la base de BURRI, sita en Burriana, tanto por proximidad como por estabilización de señal ya que en la actualidad se están detectando anormalidades en la ionosfera que a ciertas horas del día perturban la solución satelital mediante conexión VRS o virtual, conocida esta incidencia se decide por parte tanto del equipo terrestre como por el marítimo seleccionar corrección directa solventando en gran parte el problema de “solución RTK”. Logrando de esta forma resoluciones de calidad:

Horizontal= 8mm+1ppm y vertical= 15mm + 1ppm (distancia base rover)

Se suministra por parte de la ingeniería coordinadora del proyecto el polígono a levantar mediante formato KMZ basado en Wgs84 de transformación directa a ETRS89, según Real Decreto 1071/2007 de obligado cumplimiento desde enero de 2010. Para la solución vertical se opta de manera conjunta por todos los equipos de medición, se aplica el geoide oficial en el territorio nacional EGM08_REDNAP, que como origen vertical tiene el NMMA, esta solución genera el mismo plano de comparación tanto en el trabajo terrestre como en el marítimo generando un resultado final uniforme.

Tareas de levantamiento

El presente trabajo está compuesto por 2 tipos de levantamiento, a saber:

1. Levantamiento batimétrico y sonográfico multihaz

Tareas de proceso

De la misma forma se han realizado los siguientes procesos:

1. Proceso de los datos matemáticos del fondo, batimetría multihaz
2. Proceso del backscatter y del sonar de barrido lateral de la multihaz
3. Redacción de memorias descriptivas, batimétrica y sonográfica
4. Fusión documental

Considerando loe expuesto como suficiente a modo de introducción, pasemos a la visualización de la zona general de estudio y el planteamiento de campaña

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

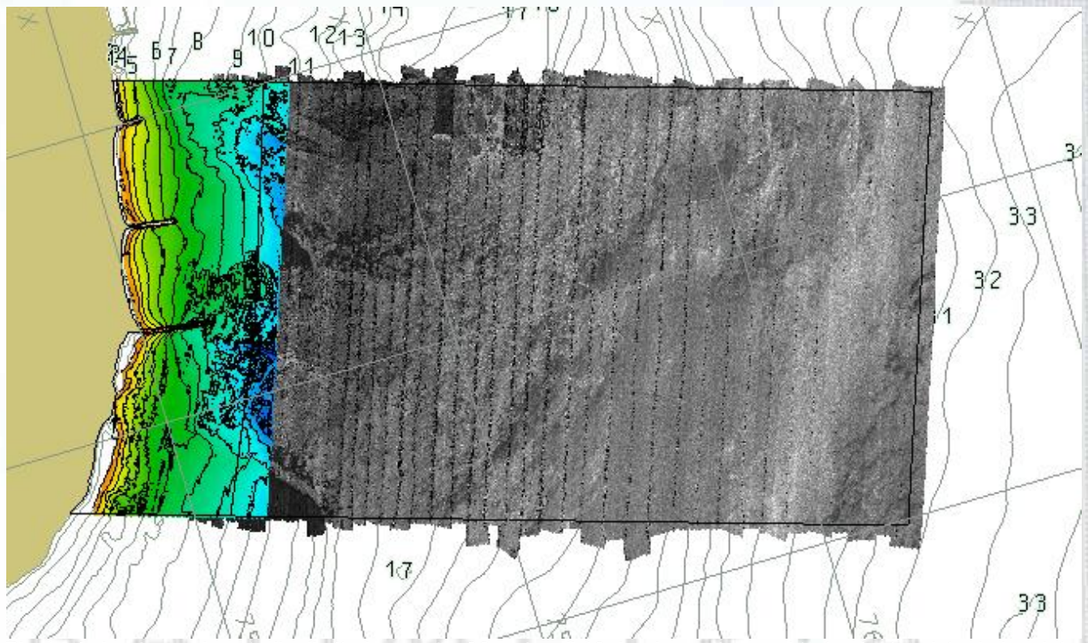
2. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

DOCUMENTACION DE PARTIDA Y REFERENCIA

Documentación de consulta rápida referente a metodología y equipos utilizados:

1. Limitación de la zona de estudio, formato KMZ de Google-Earth
2. Planta de comunidades marinas MITECO y batimetría (2008/9)
   https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/default.aspx
3. Reseñas de las estaciones permanentes del Instituto Cartográfico Valenciano
   https://icv.gva.es/es/resenas
4. Publicación el nuevo geoide de implantación en España, EGM08-REDNAP
   https://datos-geodesia.ign.es/Documentos/EGM08-REDNAP_Spain_IGN.pdf
5. Normas para los levantamientos batimétricos según IHO, s-44
   https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/Publicacion%20S-44%20ed%206.0.0_ES.pdf
6. Información sobre tratamiento de la señal acústica en el medio marino
   https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2011/papers/p87.pdf
7. Características del equipo GPS, equipo marino
   https://www.tersus-gnss.com/product/gnss-receiver-bx316d-kit
8. Características del sensor de movimientos, equipo marino
   https://www.shipmotion.eu/marine-motion-sensor-IMU-108.html
9. Características del SVP, equipo marino
   https://www.valeport.co.uk/products/minisvp-sound-velocity-profiler/
10. Software de levantamiento y proceso, equipo marino
    https://www.hypack.com/hysweep
11. Base de corrección diferencial de tierra, común a todos los equipos
    https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap/estaci%C3%B3n-de-el-ejido

PLANTA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

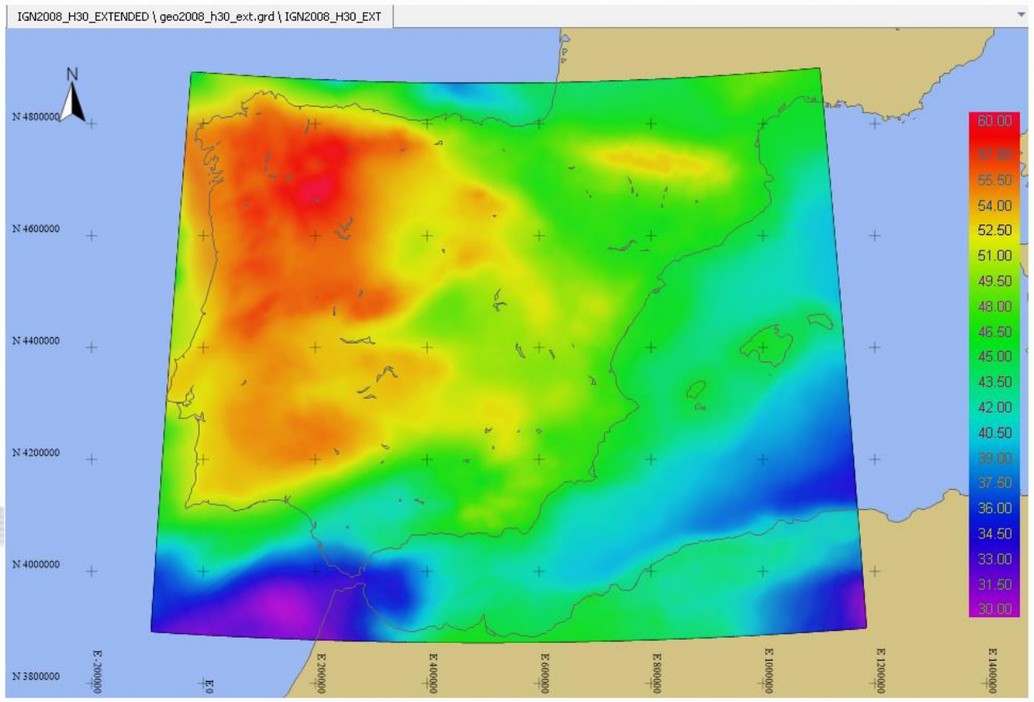


Planta de las áreas de estudio, limitadas por la -30 y el veril 10 donde comienza el tratamiento mixto de los datos

3. TAREAS COMUNES

EL GEOIDE COMO MARCO POSICIONAL 3D

Como método de georreferenciación, se implementa el modelo gravimétrico EGM2008, que se implementó a nivel mundial en el año en el que reza el nombre y se aumentó su precisión mediante la actualización del mismo mediante la REDNAP, en el territorio nacional a posteriori. Este modelo está basado en el elipsoide GRS1980, por supuesto en coordenadas globales (latitud, longitud y altura elipsoidal) y en España se relativizó al NMMA mediante la nivelación de alta precisión para obtener una altura relativa al cero de Alicante, con el siguiente resultado en su modo extendido, el cual es que se utiliza en la actualidad tanto en trabajos terrestres como en trabajos de hidrografía profesionales:



Planta del geoide EGM2008-REDNAP extended de toda la península y baleares, Mediante Qinsy

En la gráfica de la parte superior se puede ver coloreado por la corrección aplicada en la altura elipsoidal, los distintos puntos de control que generan este modelo de corrección oficial en toda la península y baleares. Dicho modelo está compuesto por datos cada segundo como fuente de control, lo que corresponde a un punto cada 2000 metros en latitud y 1500 metros en longitud, de manera aproximada ya que, en función de la posición sobre el territorio, esta distancia aumentará o disminuirá de forma directamente proporcional a la altura elipsoidal de proyección. Los valores de corrección vienen generados por valores gravitacionales, y su relativización al nivel del mar viene por datos de nivelación de alta precisión

El formato de las coordenadas es el siguiente:

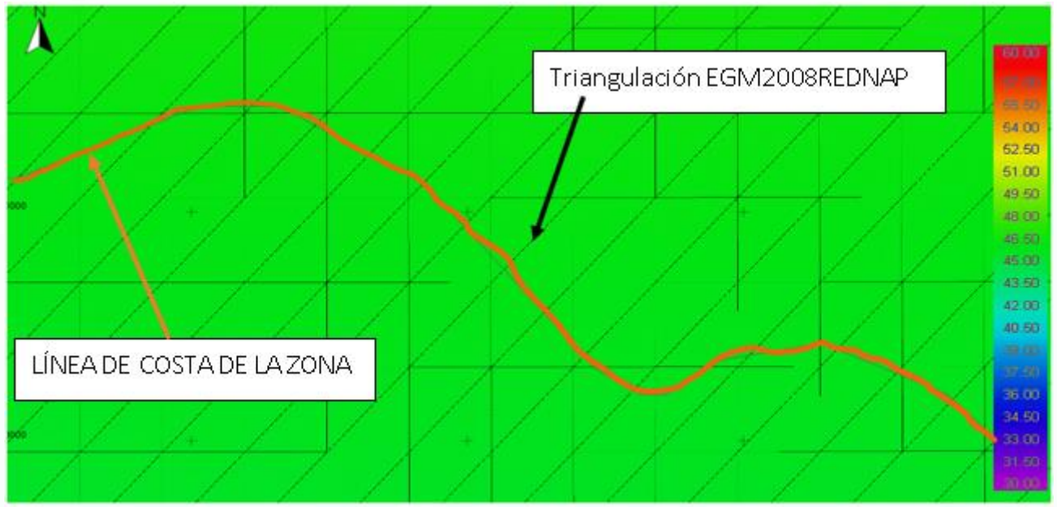
geoide_h30_extend_pos.xyz | geoh30_Lla_extend.xyz

1	44.000000	-9.500002	-48.38
2	44.000000	-9.483335	-48.46
3	44.000000	-9.466669	-48.53
4	44.000000	-9.450002	-48.62
5	44.000000	-9.433335	-48.70

Listado de coordenadas geodésicas del Geoide EGM2008-REDNAP extended

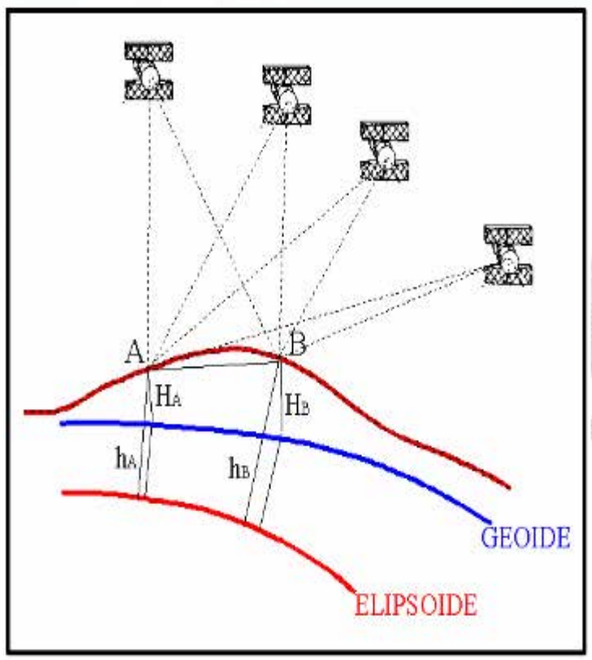
BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

Estos datos debidamente replanteados y en el área de interés del presente estudio generan este número de triángulos que generarán en le programa de navegación o en la libreta topográfica la correspondiente corrección, siempre bajo el criterio de densificación que nos genera la triangulación oficial del IGN.



Representación en Qinsy, del EGM2008-REDNAP extendido, donde se ve la costa y la extensión del geoide

Considerando lo expuesto como suficiente para la comprensión del contexto de geolocalización y, sobre todo del cómo, porqué y hasta dónde llega la corrección de la versión extendida del geoide ya que siempre es mejor una imagen que referirse a un documento, se considera oportuna esta breve explicación basada en la generación que hemos realizado nosotros de este modelo geoidal en el programa Qinsy.



Representación geoidevs elipsoide

En la imagen de la izquierda se muestra cómo funciona en la actualidad el sistema GPS y como el geoide nos referencia los puntos a la altura del nivel medio del mar, que es el origen de este trabajo. A efectos prácticos es un trabajo basado en cotas topográficas y no hidrográficas, porque a los efectos de integración de los datos resulta más practico basar el solape de los trabajos en un sistema de referencia altimétrico común y replanteable si fuera el caso, y sirva también la explicación para resaltar que las precisiones que se persiguen en el trabajo de mar son las equivalentes a las topográficas con la valoración de las incertidumbres que existen en un sistema dinámico de medición, como se verá en el correspondiente apartado del presente

4. TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO

De la misma forma que se han realizado dos trabajos de la misma manera se exponen en el presente informe, una vez superada la fase de geolocalización que es común a ambos, por lo tanto, comencemos por la parte marítima.

TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO.

ESTANDAR DE PRECISION ALCANZADO

Para trabajos de esta naturaleza, por defecto y salvo que las indicaciones del proyecto indiquen lo contrario nos referiremos los estándares de precisión a que no remite la Organización Hidrográfica Internacional (IHO) en su norma a tal efecto la S-44, en su edición de septiembre de 2020. Teniendo en cuenta la naturaleza del estudio, la profundidad del entorno y los equipamientos utilizados a pesar de no ser la razón del mismo no encontramos en estándares de precisión de la antigua orden especial e incluso orden exclusiva, por lo tanto y dado que la seguridad de la navegación no es la finalidad del presente estudio, podremos decir con tranquilidad que alcanzaremos un estándar de precisión equivalente a la ***orden especial.***

Referencia	Criterio	Orden 2	Orden 1b	Orden 1a	Orden Especial	Orden Exclusivo
Capítulo 1º	**Descripción del área (general)**	Áreas en las que se considera adecuado una descripción general del fondo marino.	Áreas donde se considera que la sonda bajo quilla no es un problema para el tipo de barco de superficie que se espera en esa área.	Áreas donde se considera que la sonda bajo quilla no es crítica, pero pueden existir elementos preocupantes para los barcos de superficie.	Áreas donde la sonda bajo quilla es crítica	Áreas donde hay estrictos criterios de maniobrabilidad y mínima sonda bajo la quilla
Sección 2.6	**Profundidad THU**	20 m + 10% de profundidad	5 m + 5% de profundidad	5 m + 5% de profundidad	2 m	1 m
Secciones 2.6, 3.2 y 3.2.3	**Profundidad TVU**	a = 1.0 m b = 0.023	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.25 m b = 0.0075	a = 0.15 m b = 0.0075
Sección 3.3	**Detección de elementos**	No Especificado	No Especificado	Elementos cúbicos > 2 m, en profundidades hasta 40 m; 10% de profundidad a más de 40 m	Elementos cúbicos > 1 m	Elementos cúbicos > 0.5 m
Sección 3.4	**Búsqueda de elementos**	Recomendado, pero no Obligatorio	Recomendado, pero no Obligatorio	**100%**	**100%**	**200%**
Sección 3.5	**Cobertura batimétrica (%)**	**5%**	**5%**	**≤ 100%**	**100%**	**200%**

TABLA 1.- clasificación de los levantamientos hidrográficos, según S-44, Edición 6.0.0_es

* Para ampliar la información descargue el documento en el link:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/Publicacion%20S-44%20ed%206.0.0_ES.pdf

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA CAMPAÑA

GPS BASE, MONITOR INTEGRIDAD DATOS: Red GNSS o base propia radio-internet

POSICIONAMIENTO NAVEGACION: GPS RTK Tersus Bx316D

ENLACE BASE-ROVER: GSM modem de abordo.

MOVIMIENTOS Y OLEAJE: SMC IMU108-30 (0.02º de resolución angular)

RUMBO: Sentencia HDT(Rumbo) del GPS Rtk.

SONDA MULTIHAZ : Norbit Wbms+ 400 (200 a 700 Khz (0.9º * 512) up to 210º)

SONAR DE BARRIDO LATERAL : Incluido en la multihaz

LASER LIDAR: Velodyne VLP16

SOFTWARE HIDROGRAFICO: Hypack-Hysweep V.2020, Key hardlock serie-2533

PC's CONTROL y NAVEGACION: *Dell Rugged Xtreme i7-32 MB*

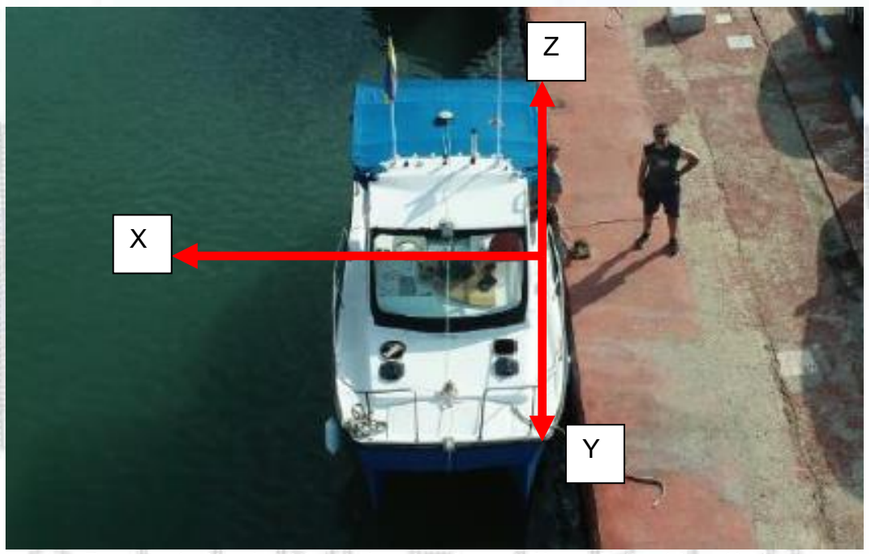
COLUMNA VEL.PROGACIÓN SONIDO: Valeport mini-SVP

VELOCIDAD DE PROPAGACION EN CABEZA: AML X2-Exchange

EMBARCACIÓN LISTA 5ª: Estable Cat 680 5ª CP 2 1 2019

PATRON PORTUARIO: Joan Navarro Sospedra

HIDRÓGRAFO Senior: Juan Jesús Palomeque De la Vara



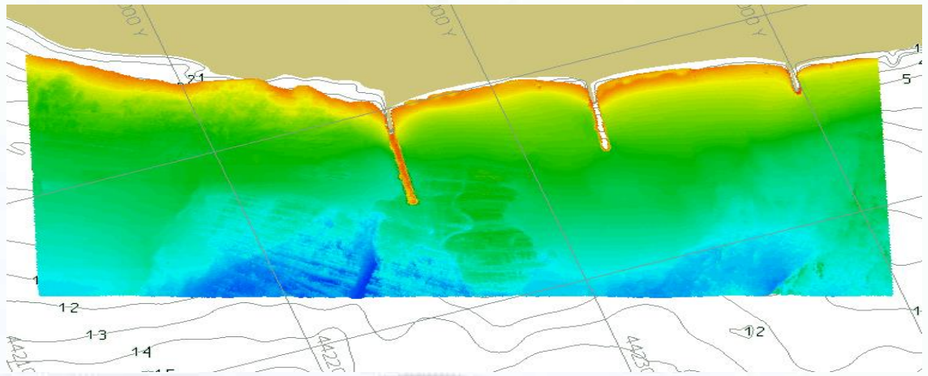
Representación simbólica de los ejes de medición en batimetría estándar

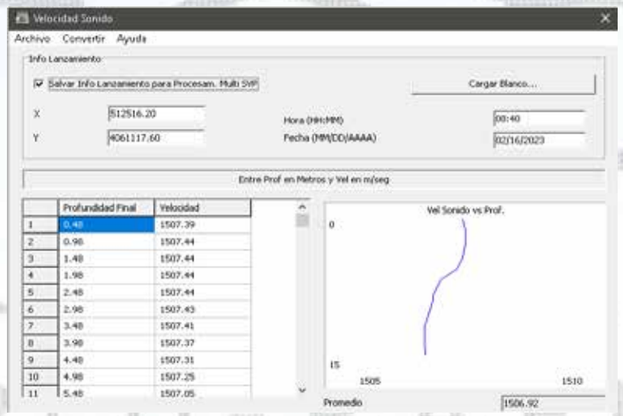
OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DEL SONIDO

La definición correcta de sonda, cuando nos referimos a un valor procedente de sonar acústico, está basada de una forma reducida, en la fórmula siguiente:

$$\text{Sonda} = \frac{\text{Tiempo de ida + tiempo de vuelta}}{2} * \text{Velo. Propagación del sonido}$$

Por lo tanto, para tener precisión en las mediciones resulta indispensable la adquisición de estos valores, en apariencia y viendo esta fórmula resulta fácil tanto entender el concepto como aplicarlo en el caso de una monohaz, donde "teóricamente" el haz es perpendicular al fondo y lineal. El resultado de aplicar la columna de agua o la media aritmética de los valores es irrelevante o de poca importancia, pero en el caso de la multihaz y debido a la morfología del barrido que se genera en cada pulso y las distancias distintas de los haces al llegar al fondo, la aplicación del valor de la columna de agua resulta imprescindible. Tanto en cantidad de datos: a más datos, tongadas o tramos, haya en la columna del agua y más puntos de captación existan mayor será la precisión de nuestra medición y como consecuencia directa menores las incertidumbres. Esta adquisición de datos debe repetirse varias veces a diario en distintas posiciones y de forme envolvente e interior a la zona de estudio. Para esta campaña se han tomado un total de 17 captaciones de velocidad de propagación del sonido. Sirva de ejemplo los archivos capturados el primer día de levantamiento:





Ejemplo de columna de agua, con sus coordenadas y hora de captura de los datos.

PERFILES DE PROPAGACION DEL SONIDO EN EL AGUA ADQUIRIDOS

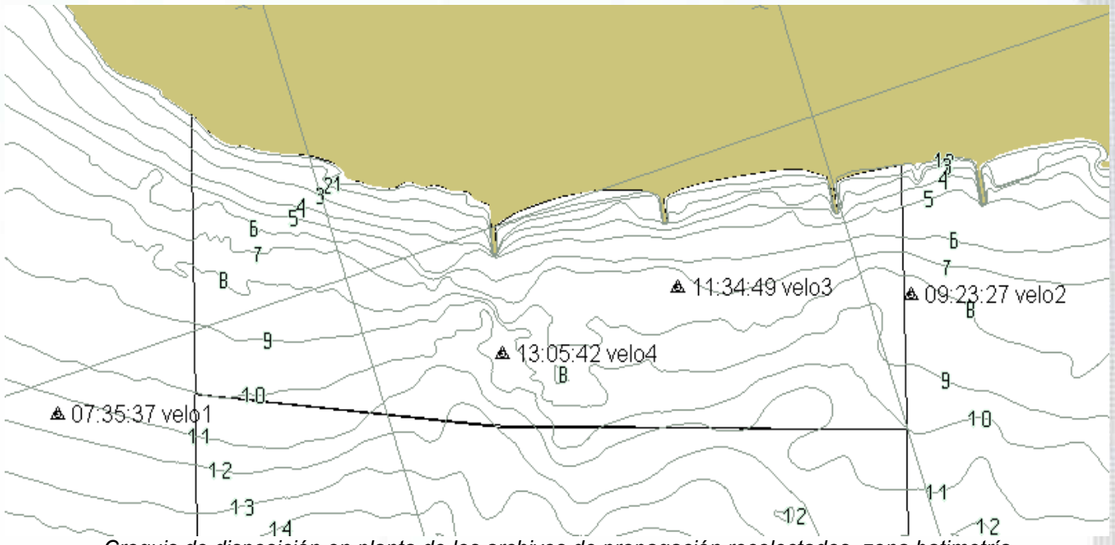
Conforme se van desarrollando las tareas de levantamiento se va comparando la velocidad del sonido en la cabeza con la que está cargada en el software de recolección de datos, por posición y tiempo se van adquiriendo perfiles, en los que se adquieren los siguientes campos:

39.897864155 -0.004081652 07:35 02/25/2023		
PROF.	Velocidad sonido	Temperatura
0.053	1510.864	19.553
0.553	1510.094	16.889
1.053	1509.819	16.694
1.553	1509.389	16.505
2.053	1508.736	16.332
2.553	1508.328	16.196
3.053	1508.134	16.090
3.553	1507.663	15.988
4.053	1507.600	15.889
4.553	1507.565	15.796
5.053	1507.529	15.700

POSICIÓN, HORA Y FECHA GPS

En el presente trabajo se han adquirido los siguientes archivos de propagación:

LISTADO DE ARCHIVOS DE PROPAGACION		
22022023	230223	250223
SVP_0837_02222023	SVP_0746_02232023	SVP_0735_02252023
SVP_1041_02222023	SVP_0904_02232023	SVP_0923_02252023
SVP_1310_02222023	SVP_1204_02232023	SVP_1134_02252023
	SVP_1343_02232023	SVP_1305_02252023
	SVP_1515_02232023	



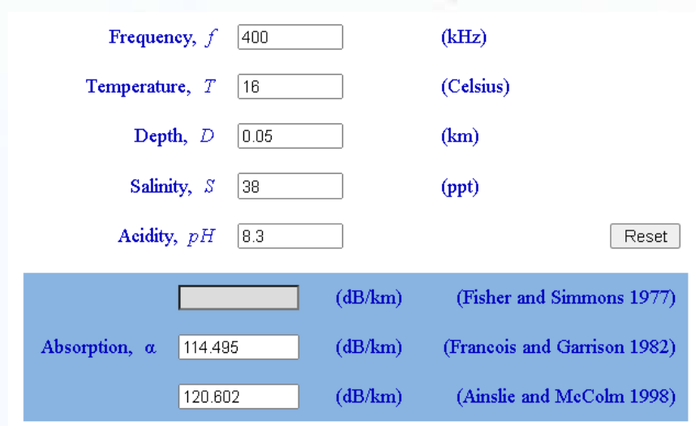
Croquis de disposición en planta de los archivos de propagación recolectados, zona batimetría

PARAMETROS AMBIENTALES DE CALIBRACION ACUSTICA

El presente estudio, tiene dos finalidades que son la obtención del mapa de profundidades y la obtención de imágenes provenientes tanto de los datos de retrodispersión de la señal como del sonar de barrido lateral integrado en la multihaz. Para el correcto funcionamiento del equipo deberemos sintonizar la señal en función de las características ambientales de la localización en la que nos encontramos, esto significa que se deben conocer valores de temperatura, profundidad, salinidad, frecuencia que vamos a utilizar en el sonar, temperatura, acidez.

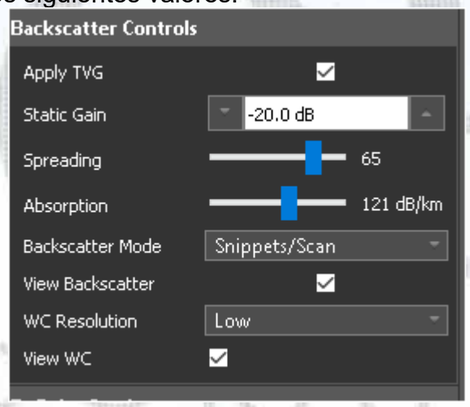
Ya que para el correcto tratamiento de la señal acústica y obtener un rendimiento óptimo de todas las propiedades del sonar multihaz, deberemos calcular principalmente dos valores que son la ***absorción*** de nuestra señal acústica a través del medio por el que transcurre, en este caso el agua del mar y la ***pérdida por extensión*** de la misma.

Mediante el SVP, obtenemos los valores de profundidad, velocidad del sonido y temperatura que se detectan en la columna del agua según los parámetros de configuración. En este caso podemos obtener una temperatura promedio que aplicar como parámetros de sintonía ambiental del sonar. En el caso de este trabajo las lecturas de temperatura promedio a lo largo de un día entero de trabajo, ronda los 16º.



Calculadora de Absorción, http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/seaabsorption/

Los valores aplicados, provienen bien del equipo utilizado o del promedio estándar de salinidad del mediterráneo, el rango de profundidad en el que trabajamos y las lecturas obtenidas, por ser más moderno aplicamos el cálculo de *Ainslie & Malcolm* de 1998. Que será 121, conjuntamente con el valor suministrado por el fabricante para la pérdida por extensión configuramos la consola con los siguientes valores:



BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

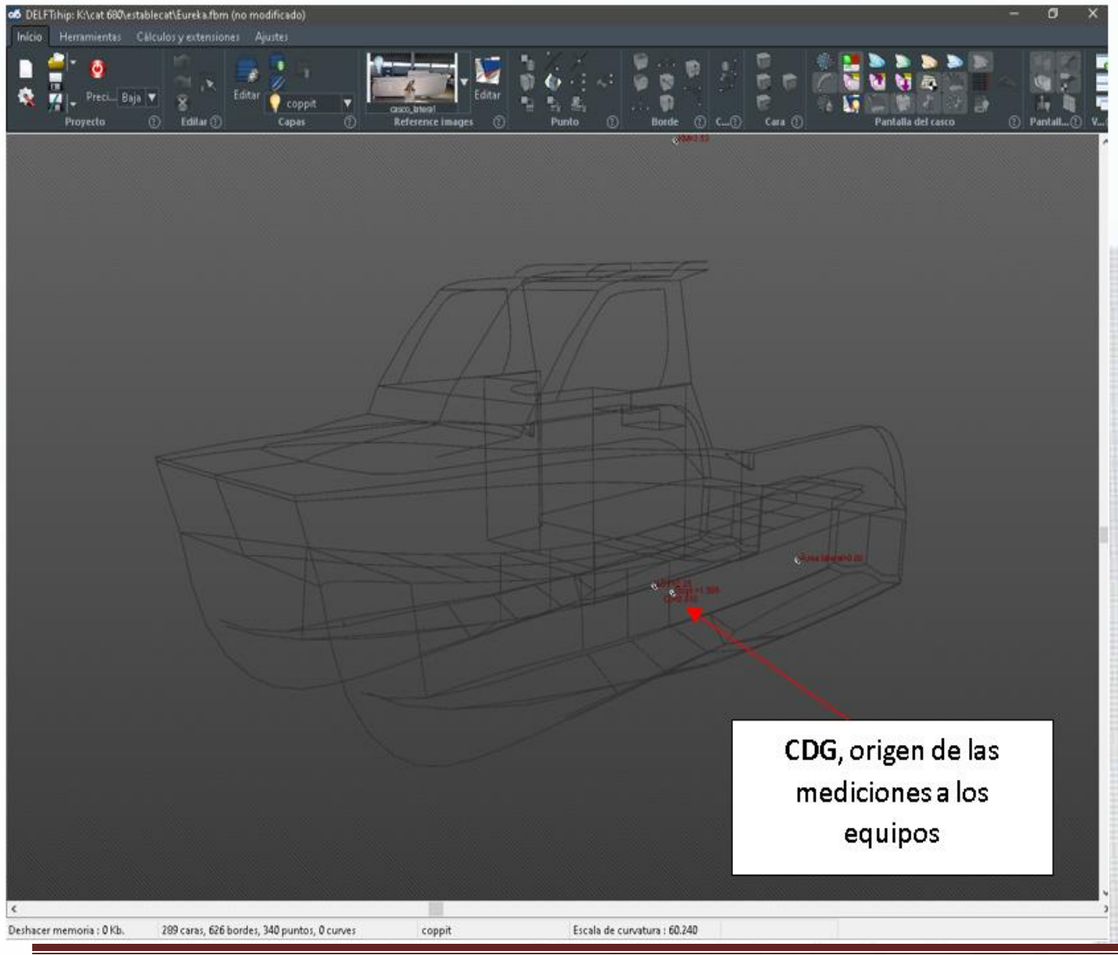
Configuración utilizada para la correcta obtención de valores de retrodispersión

DETERMINACIÓN DE SEPARACIONES DE DISPOSITIVOS, LOS OFFSETS

De la misma manera y dado que nuestro equipo de medición en realidad es un sistema de compuesto por varios dispositivos que deben trabajar de manera sincronizada, se debe conocer a la perfección la distancia entre todos y cada uno de los sensores implicados en nuestro sistema, para el caso del presente informe son 5 puntos a determinar:

1.- CDG de la embarcación (Será el origen de nuestras mediciones)
2.- Localización de la antena de posición
3.- Localización de la antena de rumbo
4.- Localización del punto de referencia del sonar
5.- Localización del punto de referencia del sensor inercial

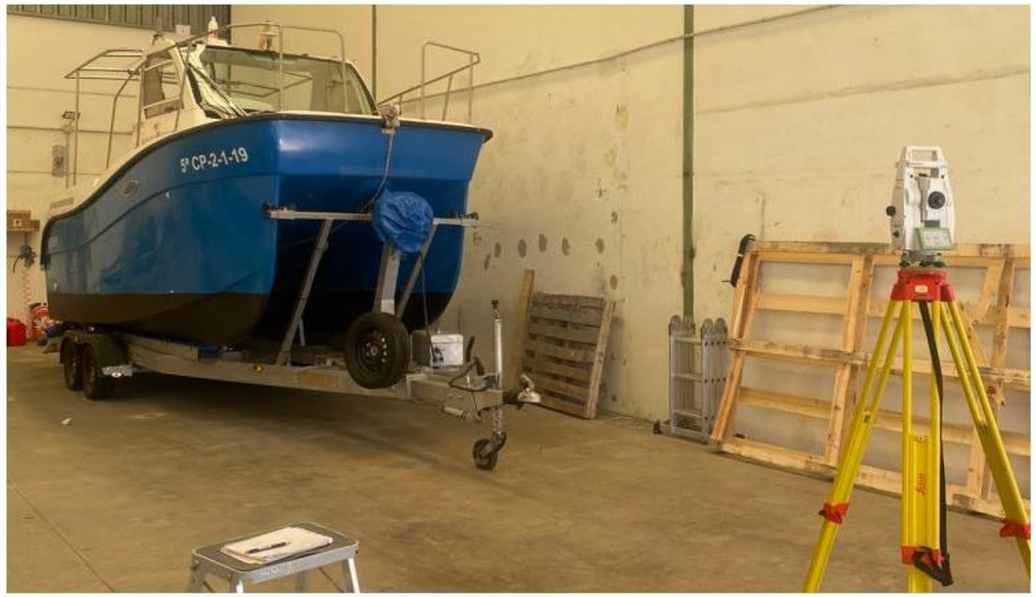
Nosotros a los efectos, y dada la reducida envergadura de nuestra embarcación y la posibilidad de tenerla a menudo en seco, decidimos hacer las mediciones correspondientes del casco, cabina y demás mediante estación total para después ser procesado mediante el software DELFT Freeship, obteniendo pesos y puntos característicos en especial el centro de gravedad, para generar así el Modelo 3d de nuestro catamarán hidrográfico y poder referenciar correctamente las mediciones entre los equipos



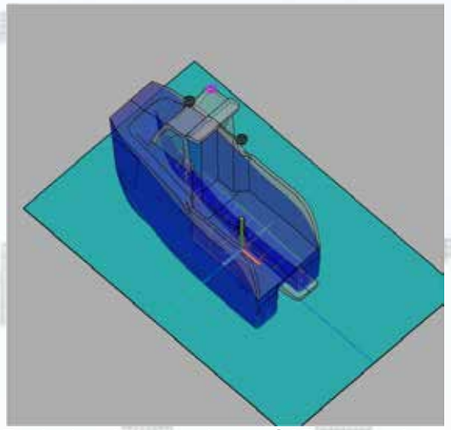
Vista alámbrica del modelo generado con el software DELFT Freeship, donde se calcula el CDG y el peso cata.

MEDICIÓN DE LOS OFFSTES MEDIANTE ETT

Una vez generado el modelo 3D del con la embarcación en seco y tomando referencia a los puntos del modelo, se adquiere la información posicional que nos lleva a la relativización de los puntos de referencia de los equipos a el CDG de la embarcación.



Momento de la medición de los equipos mediante ETT



MEDICIÓN OFFSETS A CDG			
EQUIPO	a PROA	a EST.	Zeta
Norbit	-0.167	0.000	0.664
Imu	-0.01	0.000	0.357
Láser	1.830	0.709	-2.174
A. Pos	0.000	-0.001	-2.360
A. Giro	1.897	-0.037	-2.549

Por defecto -1.07º en rumbo GPS

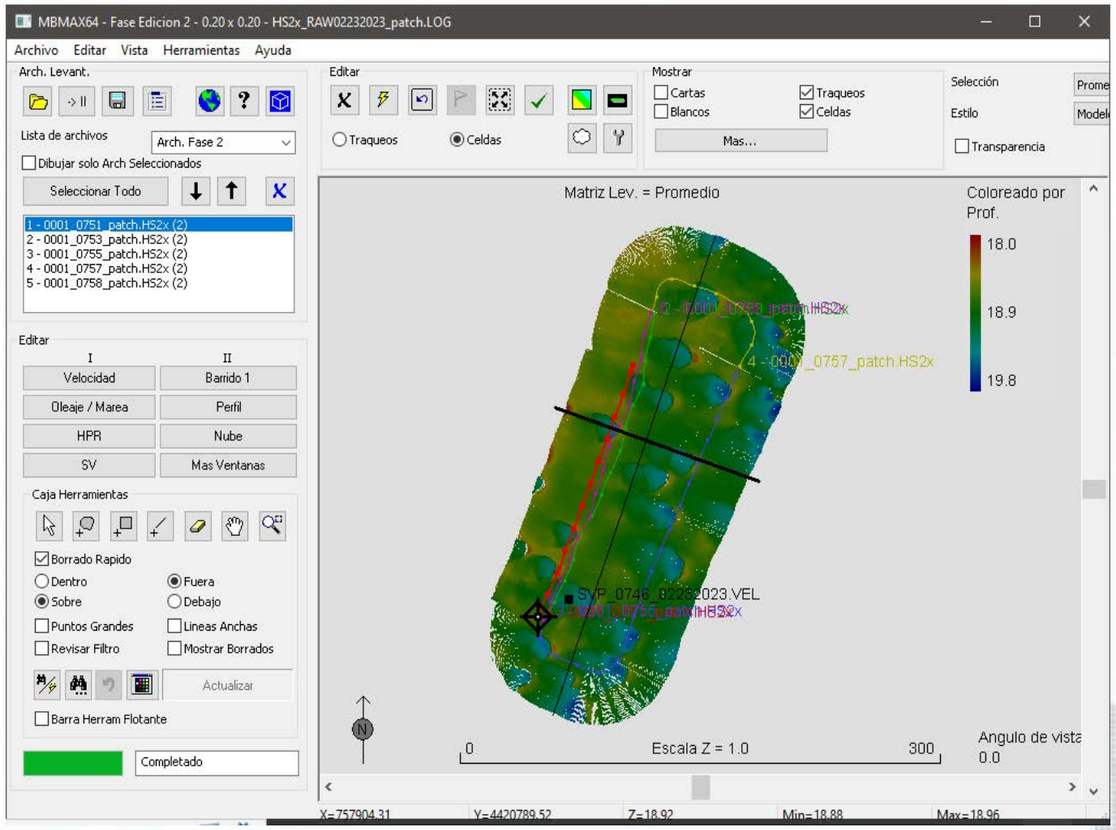
Replanteo de los puntos en CAD y sus valores relativos al origen del CDG, trasportado a la lámina del agua

Todos estos offsets son introducidos tanto en los parámetros de configuración e los equipos a tiempo real como en la configuración de proceso, a efectos de calibración previa a la toma de datos. El siguiente paso a realizar es la calibración de los ángulos de montaje de nuestro sistema que no hayamos podido obtener de la medición de los offsets, principalmente los ángulos de montaje del sonar, basados en la capacidad de medición angular del sensor inercial o IMU.

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

CALIBRACION ANGULAR O PATCH-TEST

Con los datos del día 22 de febrero, las líneas 0001_0751.HSX, 0001_0753.HSX Y 0001_0755.HSX, sobre zona de rocas en la parte sur del proyecto de estudio en la zona más profunda y tras recolectar un perfil de propagación del sonido en el agua.



Captura pantalla del editor de MBmax, antes de los ajustes de calibración angular de los dispositivos

Con el programa de calibración dentro del editor, se obtienen los siguientes valores:

ANGULOS OBTENIDOS

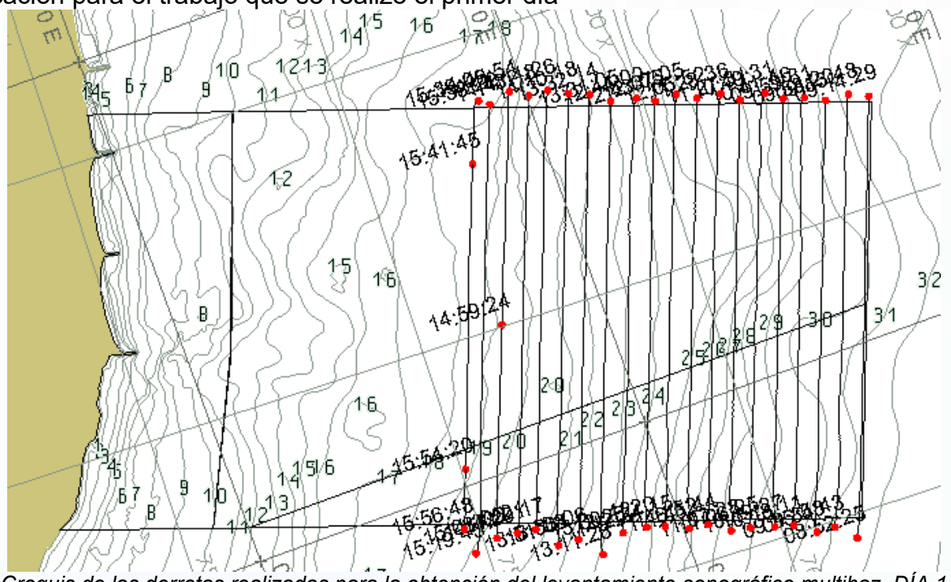
CABECEO DEL SONAR = -2.34º
BALANCEO DEL SONAR = +1.04º
GUIÑADA DEL SONAR = +0. 25º

Estas tareas se han realizado diariamente y en el rango de profundidades a trabajar en esa jornada, los resultados de las posteriores calibraciones, han sido aplicadas en labores de postproceso, ya que nuestro montaje es estático y no se movió el Moon-pool hasta el último día de trabajo en el que se redujo la profundidad de inmersión del sonar, por cuestiones de seguridad

INFORME DE RECOLECCION DE DATOS MULTIHAZ:

Día 22 febrero de 2023

Las líneas de navegación (derrotas), en adelante líneas de derrota, se proyectaron una serie de líneas perpendiculares a la costa y separadas entre sí por la distancia necesaria para la correcta consecución de nuestro propósito, conseguir un levantamiento batimétrico que represente la realidad del estado del fondo del lecho del río mediante pasadas que se solapen correctamente. A continuación, y para la comprensión del método una representación gráfica de las derrotas sobre nuestra pantalla de navegación para que sirva de ejemplo de la planificación para el trabajo que se realizó el primer día

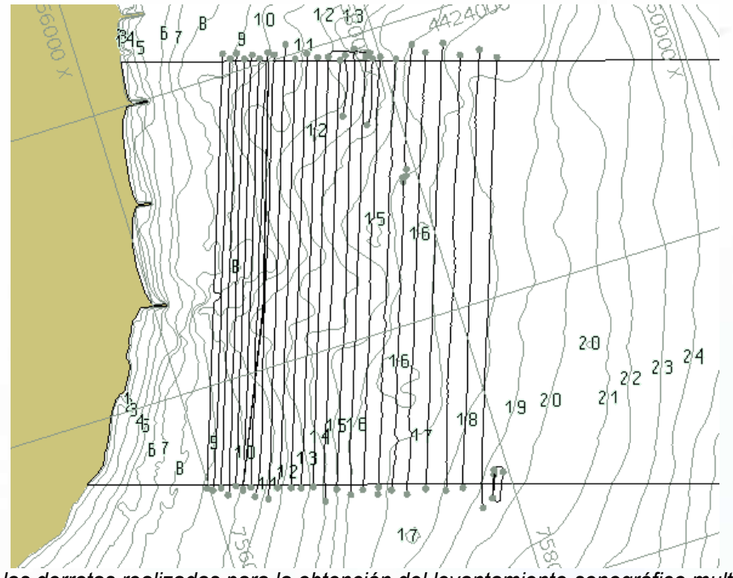


Croquis de las derrotas realizadas para la obtención del levantamiento sonográfico multihaz, DÍA 1

Reporte Distancia Línea: I: \Almassora bio 23\Raw\RAW02222023.LOG
Proyecto: ALMASSORA INGEOMAR.INI

001_0852.RAW	12265 Metros
0002_0915.RAW	3030 Metros
0003_0935.RAW	3034 Metros
0004_0959.RAW	3001 Metros
0005_1019.RAW	3014 Metros
0006_1049.RAW	3047 Metros
0007_1107.RAW	3024 Metros
0008_1128.RAW	3013 Metros
0009_1146.RAW	3018 Metros
0010_1207.RAW	3025 Metros
0011_1225.RAW	2982 Metros
0012_1244.RAW	3042 Metros
0002_1311.RAW	3184 Metros
0005_1332.RAW	3111 Metros
0008_1351.RAW	3162 Metros
0011_1411.RAW	3070 Metros
0014_1430.RAW	3060 Metros
0016_1449.RAW	1636 Metros
0016_1459.RAW	1499 Metros
0019_1519.RAW	3144 Metros
0021_1539.RAW	455 Metros
0021_1541.RAW	2134 Metros
0021_1554.RAW	417 Metros
Líneas Totales: 23	70366 Metros

Día 23 febrero de 2023



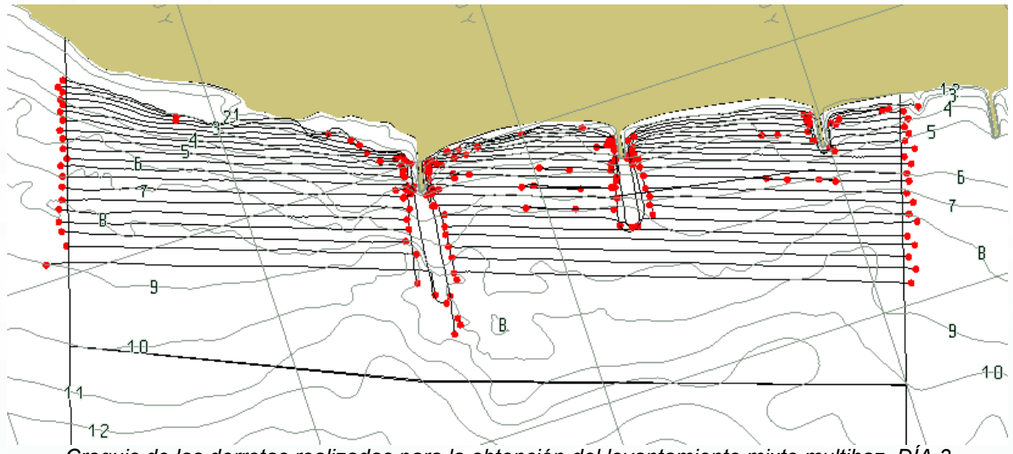
Croquis de las derrotas realizadas para la obtención del levantamiento sonográfico multihaz, DÍA 2

Reporte Distancia Línea: I: \Almassora bio 23\Raw\RAW02232023.LOG
Proyecto: ALMASSORA INGEOMAR.INI

001_0751.RAW	164 Metros
0001_0753.RAW	196 Metros
0001_0755.RAW	266 Metros
0001_0757.RAW	113 Metros
0001_0758.RAW	199 Metros
0004_0812.RAW	3099 Metros
0009_0830.RAW	3010 Metros
0014_0846.RAW	3008 Metros
0019_0913.RAW	3058 Metros
0019_0930.RAW	4 Metros
0024_0931.RAW	8846517 Metros
0028_0956.RAW	951 Metros
0028_1017.RAW	47 Metros
0028_1039.RAW	2171 Metros
0033_1051.RAW	51 Metros
0032_1052.RAW	2959 Metros
0036_1109.RAW	1 Metros
0036_1109_0001.RAW	8848378 Metros
0040_1130.RAW	3006 Metros
0043_1147.RAW	14 Metros
0043_1148.RAW	3024 Metros
0047_1209.RAW	3026 Metros
0045_1227.RAW	422 Metros
0038_1231.RAW	461 Metros
0050_1234.RAW	303 Metros
0050_1235.RAW	2953 Metros
0053_1252.RAW	2957 Metros
0056_1309.RAW	2983 Metros
0059_1326.RAW	2946 Metros
0062_1352.RAW	3118 Metros
0065_1409.RAW	3038 Metros
0067_1426.RAW	8706164 Metros
0069_1442.RAW	1 Metros
0069_1442_0001.RAW	3368 Metros
0071_1459.RAW	2960 Metros
0006_1523.RAW	2997 Metros
0011_1540.RAW	2987 Metros
0016_1556.RAW	2964 Metros
0021_1612.RAW	3037 Metros

Líneas Totales: 39 74685 Metros

Día 25 de febrero de 2023



Croquis de las derrotas realizadas para la obtención del levantamiento mixto multihaz, DÍA 3

Reporte Distancia Línea: I: \Almassora bio 23\Raw\RAW02252023.LOG
Proyecto: ALMASSORA INGEOMAR.INI

076_0654.RAW	565 Metros
0076_0657.RAW	1986 Metros
0063_0716.RAW	3251 Metros
0058_0734.RAW	3224 Metros
0058_0753.RAW	36 Metros
0053_0753.RAW	178 Metros
0053_0754.RAW	3206 Metros
0048_0813.RAW	3253 Metros
0043_0832.RAW	46 Metros
0043_0833.RAW	3226 Metros
0038_0901.RAW	3286 Metros
0033_0921.RAW	3226 Metros
0028_0939.RAW	3239 Metros
0023_0959.RAW	438 Metros
0065_1008.RAW	3143 Metros
0055_1027.RAW	3287 Metros
0045_1047.RAW	137 Metros
0046_1051.RAW	3251 Metros
0037_1109.RAW	3245 Metros
0030_1129.RAW	1880 Metros
0006_1141.RAW	7 Metros
0006_1141_0001.RAW	12 Metros
0006_1143.RAW	1529 Metros
0002_1153.RAW	104 Metros
0003_1153.RAW	3196 Metros
0095_1228.RAW	3220 Metros
0081_1248.RAW	122 Metros
0082_1248.RAW	45 Metros
0083_1249.RAW	3160 Metros
0072_1307.RAW	3266 Metros
0061_1326.RAW	3291 Metros
0051_1346.RAW	3263 Metros
0041_1404.RAW	3297 Metros
0033_1424.RAW	99 Metros
0032_1425.RAW	3145 Metros
0024_1449.RAW	3338 Metros
0015_1511.RAW	3303 Metros
0007_1529.RAW	3352 Metros
0000_1555.RAW	1041 Metros
0000_1601.RAW	35 Metros

Líneas Totales: 102 56792 Metros

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

CORRECCIONES DURANTE LA RECOLECCIÓN DE DATOS BATIMÉTRICOS

1. Corrección de la velocidad del sonido: En este trabajo hemos detectado unas variaciones grandísimas debidas a la gran profundidad de algunas zonas y el gran contenido de materia orgánica, sustancias en suspensión en el mismo y la gran variación de temperatura a lo largo de las jornadas de recolección de datos. Esto nos obligaba a registrar la columna de agua en distintos lugares y a distintas horas a continuación enumeramos los registros de las posiciones fecha y hora y los valores asociados como parte indispensable de las correcciones aplicadas a los haces de sonda durante la toma de datos de nuestro trabajo y el proceso de datos del mismo para conseguir el mejor de los resultados posibles durante nuestra medición en sistema multihaz.

2. Ajustes de marea RTK: En la forma de trabajo en la que estamos inmersos, es decir, trabajando en RTK (Real time Kinematic). Sería una desconsideración por nuestra parte no aprovechar la mejoría en cuanto a la precisión en Z que nos brinda este sistema de trabajo frente a los DGPS o EGNOS (conviene recordar que el rango de precisiones que tiene nuestro equipo es de una media de *1,6 cm + 2ppm* en cualquiera de las 3 dimensiones de medición*)*, para compensar las distintas alturas del oleaje o los incrementos de marea a lo largo de la jornada de trabajo.

El siguiente paso es comprobar ya sobre la barca la calibración de la lámina de agua sobre una escala graduada o algún punto de fácil acceso y comprobación de acuerdo con el Puerto.

Una vez aplicadas las correcciones tomadas sobre las bases de tierra son verificadas en el programa de navegación con resultado satisfactorio y procedemos a la siguiente prueba previa a la recolección de datos, a continuación, una breve muestra del registro de la marea rtk y de la hora GPS que nos indica el momento preciso de su aplicación como corrección de la elevación final.

3. Calibración de la sonda: La Norbit Wbms+ nos permite un abanico de mediciones muy amplio a la par que preciso, pero es preciso indicar el valor del rango en el que vamos a trabajar. Como en este caso vamos a trabajar en rangos de entre -0.50 a –20.00 metros, el siguiente paso es introducir el medidor de la velocidad del sonido, este equipo ha sido descrito anteriormente en el apartado de Medición de la velocidad del sonido. La forma óptima de su utilización es realizar varias mediciones de distintos puntos de nuestra zona a estudiar, con el fin de determinar la media o poder determinar distintas velocidades del sonido para poder aplicar las diferentes correcciones a la hora de calcular la sonda verdadera.

Estas correcciones son aplicadas a tiempo real mediante el programa de navegación, esto significa que los datos de profundidad son reales durante la toma de datos lo cual puede ser de gran utilidad a la hora de verificaciones de vertidos de gánguiles y cualquier aplicación en la que sea importante un rápido tiempo de respuesta sin postproceso.

Todas estas distintas velocidades del sonido afectarán a la sonda verdadera, el medidor de la velocidad del sonido nos genera un fichero con ***extensión .vel*** que el programa integrará en el cálculo de la zeta absoluta del fondo. Las variaciones de las distintas velocidades del sonido son debidas a la cantidad de sal en el agua, a la temperatura, a aportaciones al mar de agua dulce a través de acequia y canales, etc.

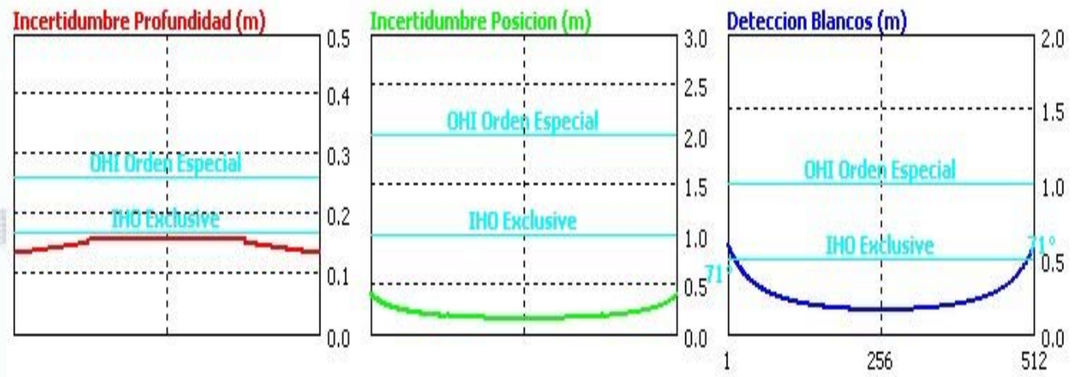
INFORME DE CALIDAD Y ERRORES PROPAGADOS (TPU)

Para la toma de datos utilizamos el programa Hypack-Hysweep en su versión 2020, con el cual recibiremos todas las señales de los distintos equipos y los armonizaremos con el fin de tener el resultado más similar a la realidad posible del fondo marino de la zona a estudiar, incluida la z del receptor GPS con la que corregimos las distintas alturas ortométricas, refiriendo de forma óptima las sondas obtenidas con la cuadrícula del sistema de coordenadas local del puerto a la par que generamos la base-línea de corrección ortométrica de la zona conforme a los distintos sistemas de coordenadas que nos ofrece la situación independientemente a cada una de ellas.

Para el procesado de los datos hidrográficos utilizamos también el Hypack, principalmente por la velocidad y precisión en este tipo de trabajos. Para el modelado digital del fondo se usó el módulo TIN64 de este mismo programa cuyos resultados son tan intuitivos como precisos.

INFORME DE TPU – ALMASSORA BIO 2023

Nombre Proyecto	ALMASSORA 2023
Fecha Reporte Generado	02/27/23 16:11:22



PARÁMETROS GENERALES		PARÁMETROS SINTONÍA	
Cobertura Angular (grados)	155	Crossover Medición Fase/Amplitud (muestras)	12
Max rata de Ping (Hz)	40	Denominador Detección	6
Ancho haz a lo largo del traqueo (grados)	0.9		
Ancho Haz a través traqueo (grados)	0.9	PARÁMETROS ESTIMACIÓN GRAFICA	
Longitud de Pulso (ms)	0.15	Número Haces	512
Angulo Gobierno del Sector (grados)	180	Prof. del Fondo (m)	30
Frecuencia (KHz)	400	Angulo Balanceo (grados)	0.0
Ancho Banda Recepción (KHz)	6	Angulo Cabeceo (grados)	0.0

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

PARÁMETROS AMBIENTALES			
Vel. del Sonido (m/s)	1512	Incertidumbre Sensor Vel Sonido (m/s)	0.50
Distancia entre mediciones (m)	0.50	Incertidumbre Vel sonido	0.25
Pendiente Fondo F-A (grados)	1	Varia. Espaciotemporal (m/s)	1.00
P-S Pendiente Fondo (grados)	1	Espesor capa S-T (m)	30.0
Incertidumbre Nivel del Agua (m)	0.02	Incertidumbre Vel sonido mas	0.00
Incertidumbre Pronostico Marea	0.02	Max. Prof. del perfilador SV	32 .0

INFORMACIÓN DE SENSORES

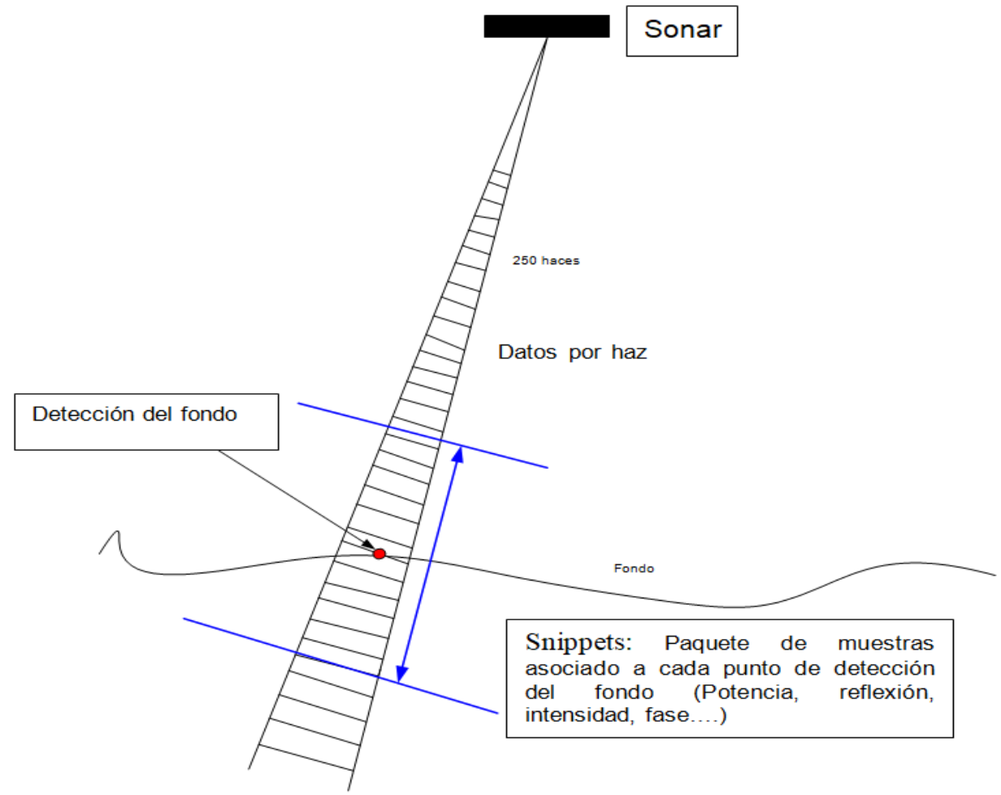
	OFSETS FÍSICOS			***INCERTIDUMBRE OFSET***		
	Posición	***MRU***	***Transductor***	***Posición***	***MRU***	***Transductor***
Estribor	*0.01*	*0.00*	*0.00 0*	*0.01*	*0.01*	*0.01*
Adelante	*0.00*	*-0.01*	*-0.167*	*0.01*	*0.01*	*0.01*
Vertical (+ Abajo)	*-2.36*	*0.357*	*0.664*	*0.01*	*0.01*	*0.01*

INFORMACIÓN DEL LEVANTAMIENTO

Velocidad Levantamiento (nudos)	5.0	Incertidumbre Oleaje Fijo (m)	0.02
Incertidumbre Velocidad (m/s)	0.1	Oleaje (% de amplitud Oleaje)	5.00
offset Angular del Transductor Balanceo (grados)	-3.1	Incertidumbre Sensor Balanceo (grados)	0.02
offset angular Transductor Cabeceo (grados)	1.09	Incertidumbre Sensor Cabeceo (grados)	0.02
offset angular del Transductor Rumbo (grados)	0.90	Incertidumbre offset Balanceo (grados)	0.05
Calado Transductor (m)	0.55	Incertidumbre offset Cabeceo (grados)	0.50
		Incertidumbre Offset Guiñada (Grados)	0.50
INFORMACION DE AMBIGÜEDADES			
Incertidumbre Sistema Posicionamiento (m) Drms	0.05	Retardo tiempo Posición (ms)	0.20
Incertidumbre Rumbo (grados)	0.02	Retardo tiempo MRU (s)	0.005
		Etiquetado temporal Transductor	0.005
Incertidumbre del calado (m)	0.02	Latencia (s)	0.000
Incertidumbre Squat (m) *diferencias dinámicas calado	0.02		
Cargando Cambios (m)	0.01		

UTILIZACIÓN DEL SONAR DE BARRIDO LATERAL INTEGRADO + BACKSCATTER

Aunque el principal uso de la información del sonar desde sus comienzos, es la detección del fondo como valor de profundidad, en la actualidad con las sondas de última generación de banda ancha, es posible detectar y utilizar la información asociada a ese dato como diferencia de potencia de emisión y recepción, absorción de la señal a través del medio de propagación de la honda, caracterización de la señal angular, el análisis de esa reflexión angular… Muchos datos que cada vez ofrecen más información del fondo, ya no solo donde está posicionado sino datos adicionales de caracterización, morfología y un sinfín de datos que estamos empezando a poder utilizar ya que la información ofrecida es mucha y generalmente no es necesario su uso salvo sobre todo porque el cliente no sabe de esta posibilidad. Nos aparecen términos asociados a las multihaces de banda ancha como, Snnipets, backscatter… muchos términos procedentes del inglés que se explican brevemente a continuación

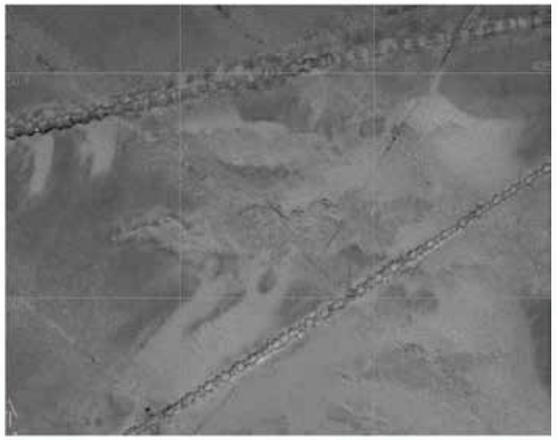


Representación del paquete de datos asociado a cada ping, de una multihaz de banda ancha

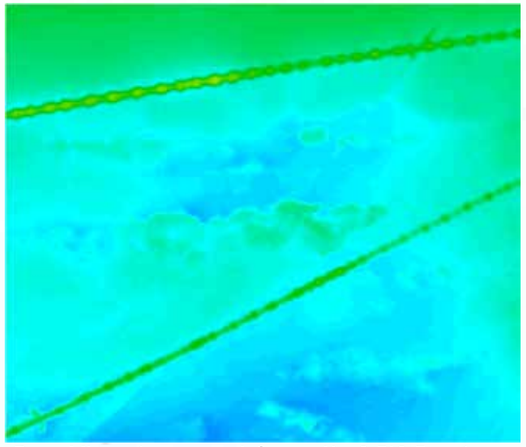
Como podemos ver en el gráfico superior, de forma esquematizada, toda la información asociada a cada uno de los haces tales como ganancia, perdida por absorción, perdida por dispersión, reflexión de la señal, potencia emitida, potencia recibida…En definitiva toda la información de cada uno de los haces a lo largo de todo el viaje de la señal tanto a través del medio de transmisión, como al llegar al objetivo del haz, y todo lo que pasa con la señal en este intervalo de tiempo.

PLANTA DE DATOS PROCEDENTES DEL BACKSCATTER

La capacidad de las nuevas generaciones de sonda de banda ancha, nos permite recolectar de manera análoga y con la misma precisión rtk que la batimetría toda la información sonográfica asociada a los valored de retrodispersión de la señal al impactar con el fondo marino, en inglés se conoce esta propiedad como . El aprovechamiento de esta información lo realizaremos con el programa Geocoder, del profesor Lucioano Fonseca cuando estaba en la universidad de New Hampshire, actualmente en la universidad de Brasilia. Sirva como muestra este tramo de las tuberías de la IDAM:



IZq.- detalle del proceso de backscatter tramo emisario



*Der.- Mismo tramo con información 0.5*0,5 metros*

Conforme a lo visualizado, lo que expone es que pdoemos obtener mucha más información del sonar que la simple medición de la profundidad, con lo que podemos obtener productos finales en formato LAS derivados de la fusión de ambos produtos finales por una parte el MDP y por otra el mosaico georeferenciado aumentando así la comprensión del fondo tanto por su posicionamiento como por la impresión de las texturas procedentes del valor de la reflexión.

Vista 3D del MDP entregado como producto final con la textura del mosaico procedente del backscatter de la señal

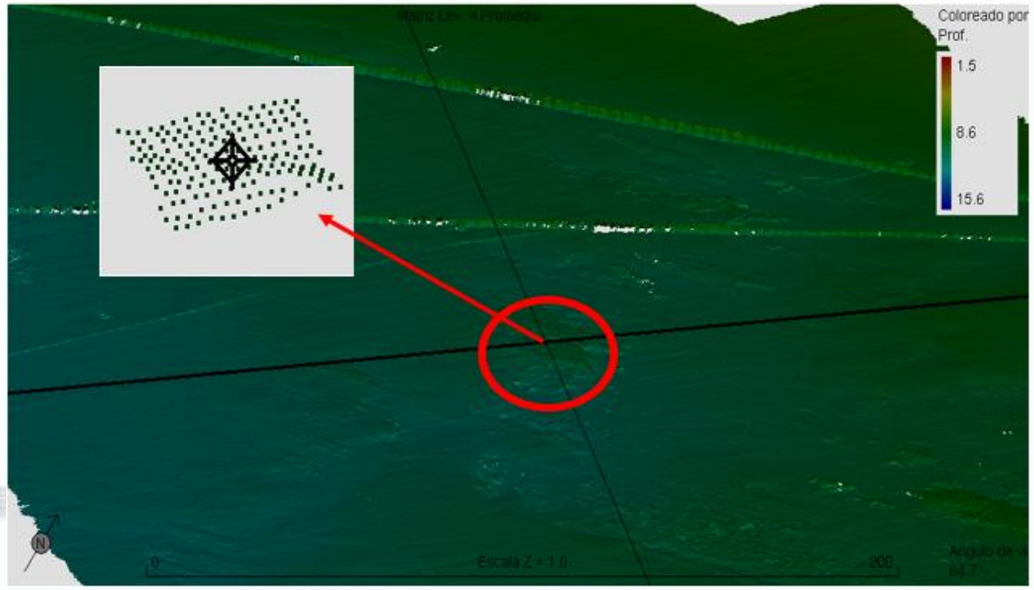
5. PROCESO DE LOS DATOS

PROCESO DE LOS DATOS BATIMÉTRICOS

Por finalidad se descompone el presente trabajo en la parte marina en dos fases, la batimétrica o de finalidad de detección del fondo como profundidad y la de generación de imágenes que provienen de dos fuentes diferenciadas desde el SBL y desde el backscatter.

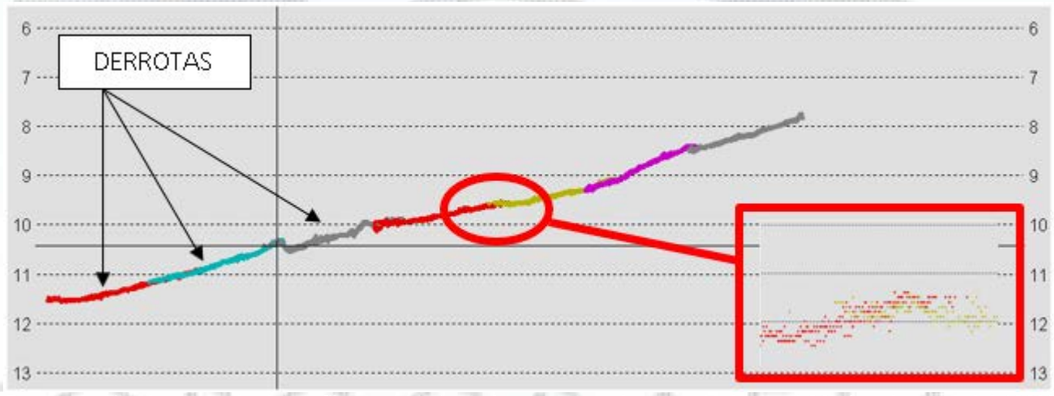
BATIMETRÍA, profundidades.

Para el cálculo del producto final se ha seleccionado una densidad de proceso de 0.50 metros, para que el resultado final a suministrar sea de una celda de 0,50 *0,50 metros con el valor promedio de todas las sondas que caen en dicha celda tal cual se muestra en la imagen:



Captura pantalla del modo de cálculo del dato promedio suministrado

Para ello se procesan todos los datos mediante proceso manual basado en perfiles, donde se supervisa y editan, en caso de ser necesario, todos los datos procedentes de la multihaz tal cual se muestra a continuación:

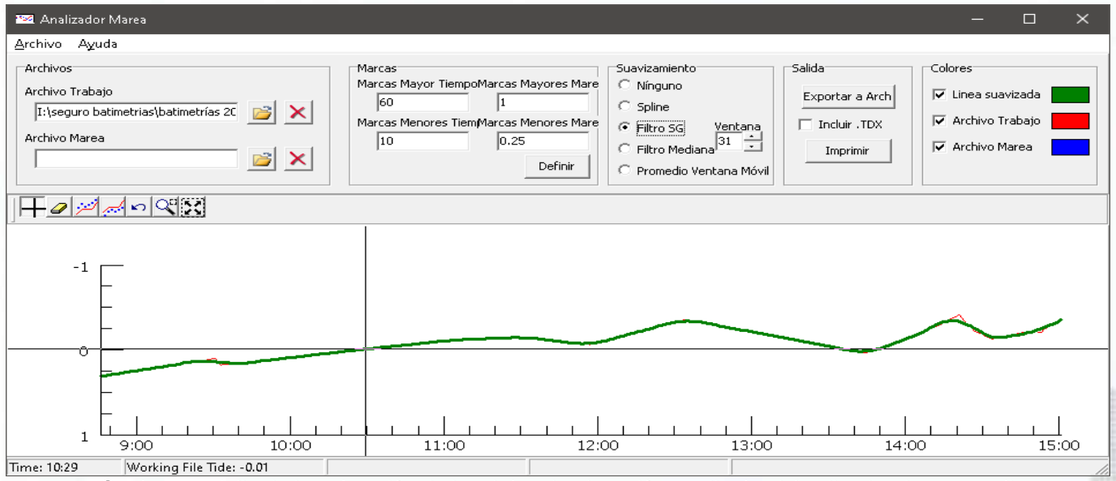


Derrotas editadas a modo de perfiles, aumento de la zona de solape equivalente al 30 %, cobertura del 100%

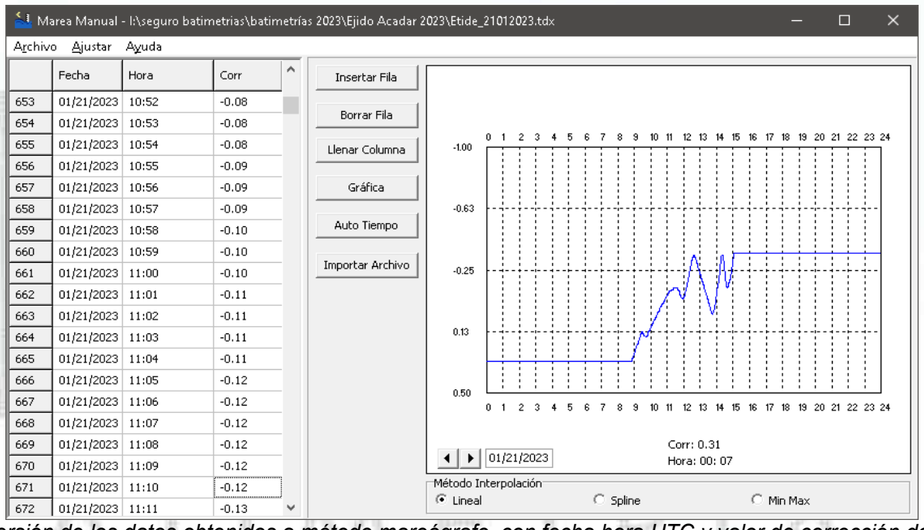
BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

MAREAS, referencia de elevación desde GPS rtk.

En la actualidad la instalación de un mareógrafo para estos trabajos resulta innecesaria, debido a que se está trabajando bajo GPS de precisión topográfica en modo RTK o fijo según denominación del formato nmea. Esto nos permite utilizar los valores posicionales 3D de la embarcación según donde esté posicionada, relativizada al valor altimétrico seleccionado mediante el geoide EGM08, como ya se explicó con anterioridad. Esta metodología es más precisa que relativizar la elevación a un punto determinado en una localización distinta a la del trabajo aunque nos permite sin ningún problema adaptarla a otro nivel , ya sea el cero de un puerto o el cero del IHM, etc. mediante la simple aplicación de un offset diferencial, en este caso y por la metodología que hemos seleccionado no es necesario aplicarlo debido a que se ha utilizado un cero compartido a ambos trabajos como ya se explicó en la introducción del presente informe. La obtención de los valores de la elevación de la lámina de agua a tiempo real, pueden extraerse de los archivos de trabajo mediante el analizador de marea, mostrando los valores que se muestra a continuación en el ejemplo del día 21 de enero de 2023, estos archivos se suministran como producto final:



Captura pantalla de la extracción de los datos de elevación mediante el Analizador de marea rtk

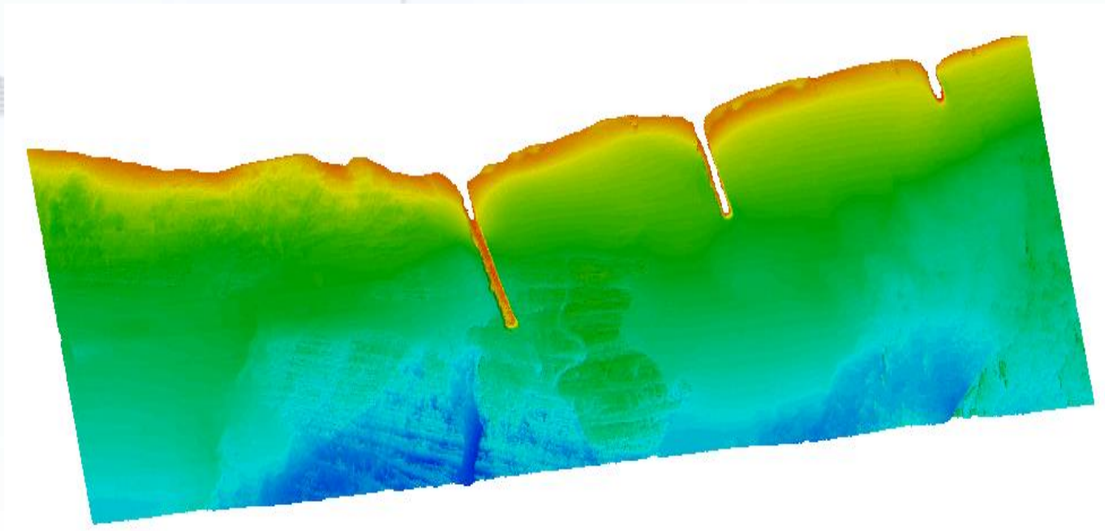


Conversión de los datos obtenidos a método mareógrafo, con fecha hora UTC y valor de corrección de Zeta

ELABORACIÓN DEL MDT

De esta fase del proceso donde se seleccionan las sondas que cumplen con los requisitos de máxima calidad formal (modo 3 en Norbit y Reson) y se eliminan los que a pesar de ello no cumplen con la debida calidad posicional bien por métodos estadísticos, las que no cumplen el requisito diferencial de zeta de 5 cm sobre el promedio de la celda, o bien por métodos manuales que a pesar de pasar el filtro estadístico no cumplen visualmente durante la edición por parte del técnico. Acto seguido se exporta el valor promedio por celda seleccionada al editor de MDP en este caso TIN56 de Hypack, con el cual se realiza la mezcla de todos los datos procedentes tanto de trabajos terrestres tanto por clásica como provenientes de métodos de topografía aero transportados como los marinos obteniendo el siguiente producto final:

Visualización del diálogo principal del TIN56, donde se observan los 14 millones de puntos generados

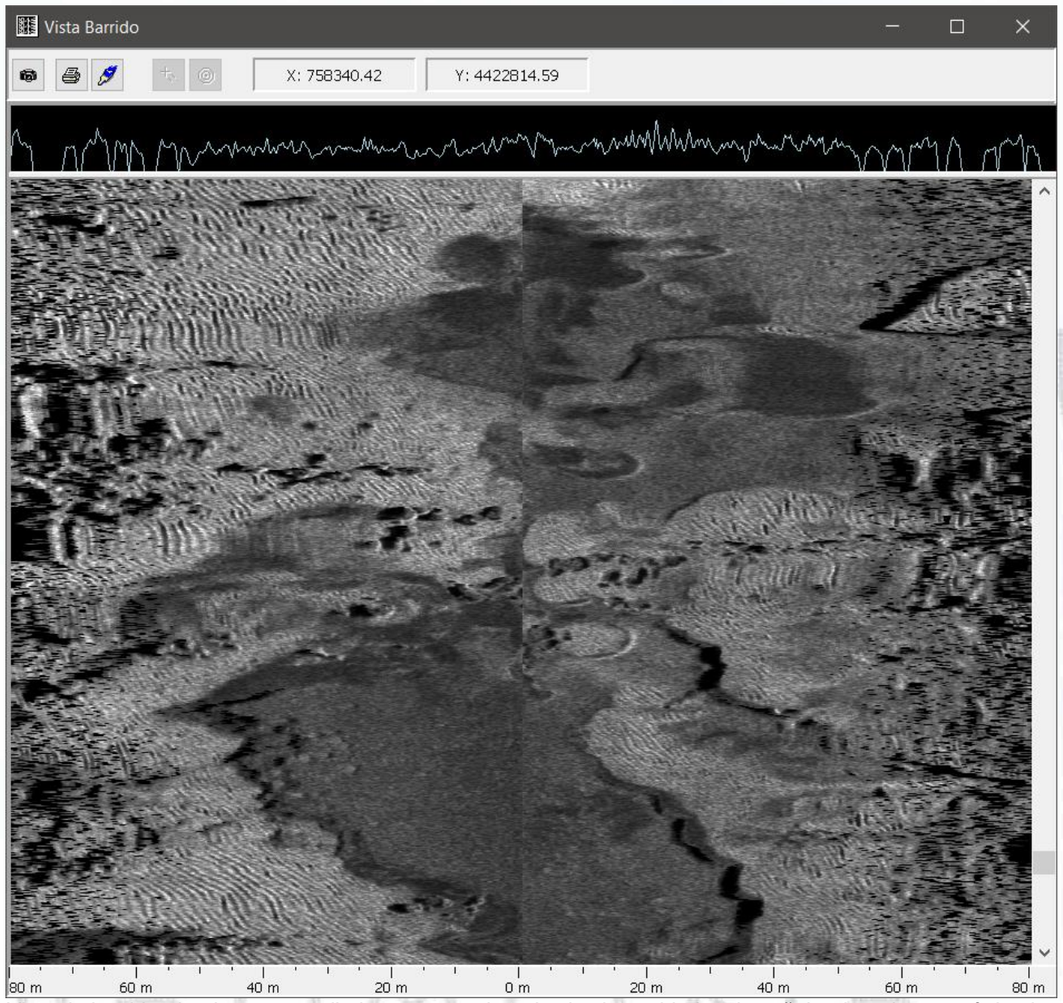


Vista3D del modelo obtenido con todos los datos que integran el presente trabajo

Como puede apreciarse, en la visualización anterior, este es el producto final matemático del trabajo, en el que cada uno de los puntos está coloreado por su elevación. Los valores que se han registrado van desde los 15 hasta los -21metros, basándonos en el cero del nivel medio del mar del IGN. Esta representación es la que integra uno de los productos finales a suministrar, que incluye las curvas de nivel e isobatas que lo conforman cada 0,50 metros, en formato compatible CAD y PDF.

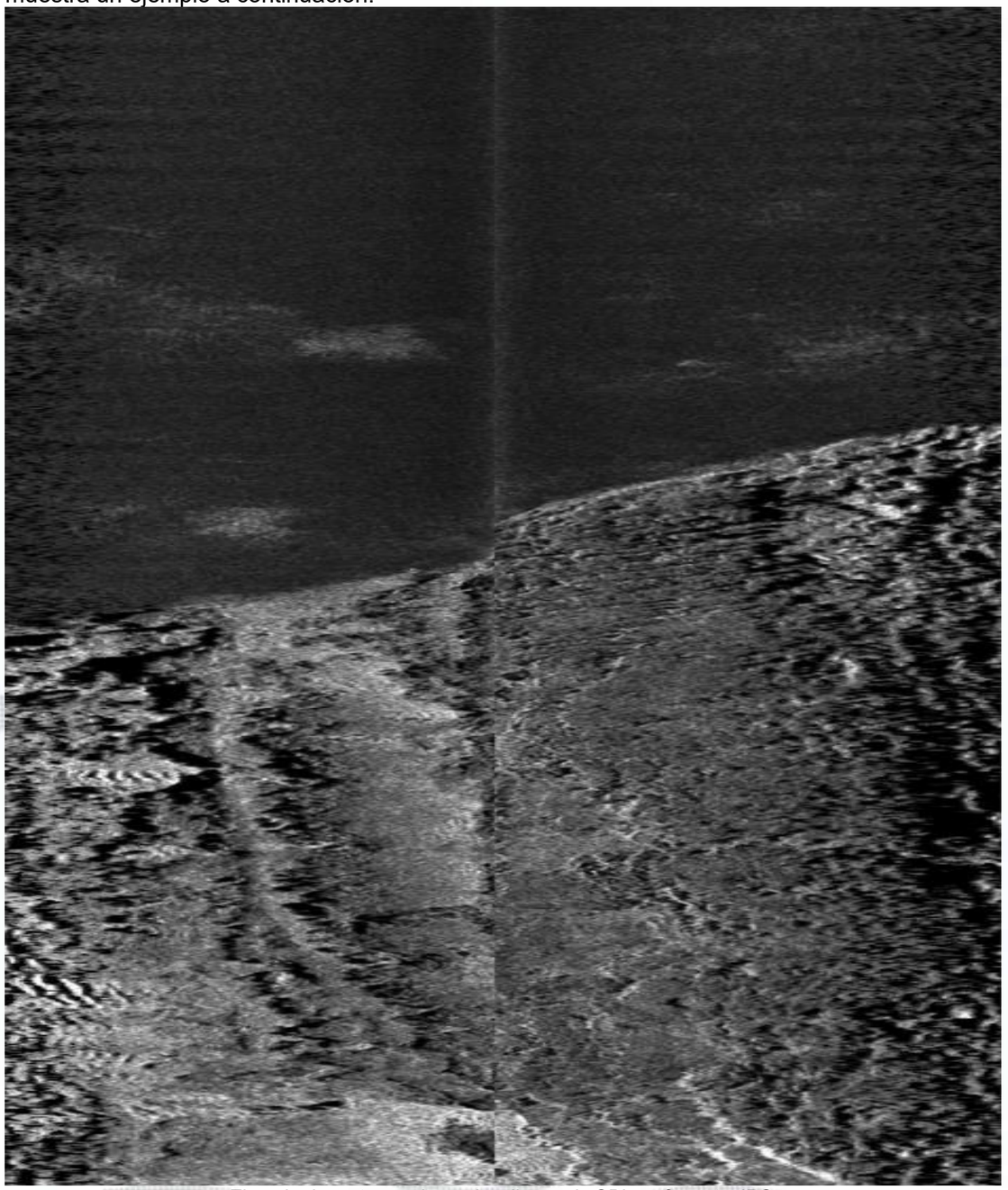
SONOGRAFÍA, procedentes de SBL y retrodispersión

Por objetivos, la siguiente fase del proceso es la imaginería asociada a métodos acústicos, en nuestro sistema existen dos métodos diferentes e independientes, la retrodispersión proveniente de los datos obtenidos por la multihaz y el tratamiento de las imágenes generadas por el sonar de barrido lateral que tiene integrado nuestro equipo multihaz, porque es necesaria la utilización de estas imágenes, en realidad es simple aunque el equipo multihaz es capaz de entregar esta cantidad brutal de puntos, estos como tales tienen una cantidad e información posicional añadida dentro de cada uno de los ficheros que se conforman una vez volcados en tarea de proceso en todos los datos posicionales que tiene cada uno de los 512 puntos que contiene cada disparo o ping del trabajo, o lo que es lo mismo *posX*, *posY* y *posX*, valor de intensidad, valor de reflexión, etc. de cada una de las sondas… Esto a nivel de trabajo en la actualidad con los ordenadores con los que se está trabajando es inviable, sin embargo, si utilizamos solo el valor posicional ***X*** e **Y** + la intensidad de reflexión de la señal, podemos llegar a unos niveles de resolución muy altos con cantidades de manejo de memoria y proceso aceptables, de esta manera trataremos tanto los datos de SBL como los de retrodispersión de la señal. Sirva como ejemplo durante la fase de proceso de datos de SBL, en el editor de Hyscan dentro de Hypack.



Vista de barrido, donde vemos apiladas en cascada todas las intensidades de señal ordenadas por nº de ping

Se suministran como adjuntos, todos los archivos de despliegue de sonar de barrido lateral, en formato JPG, donde podrán aumentar la resolución visual de los datos adquiridos tal cual se muestra un ejemplo a continuación:



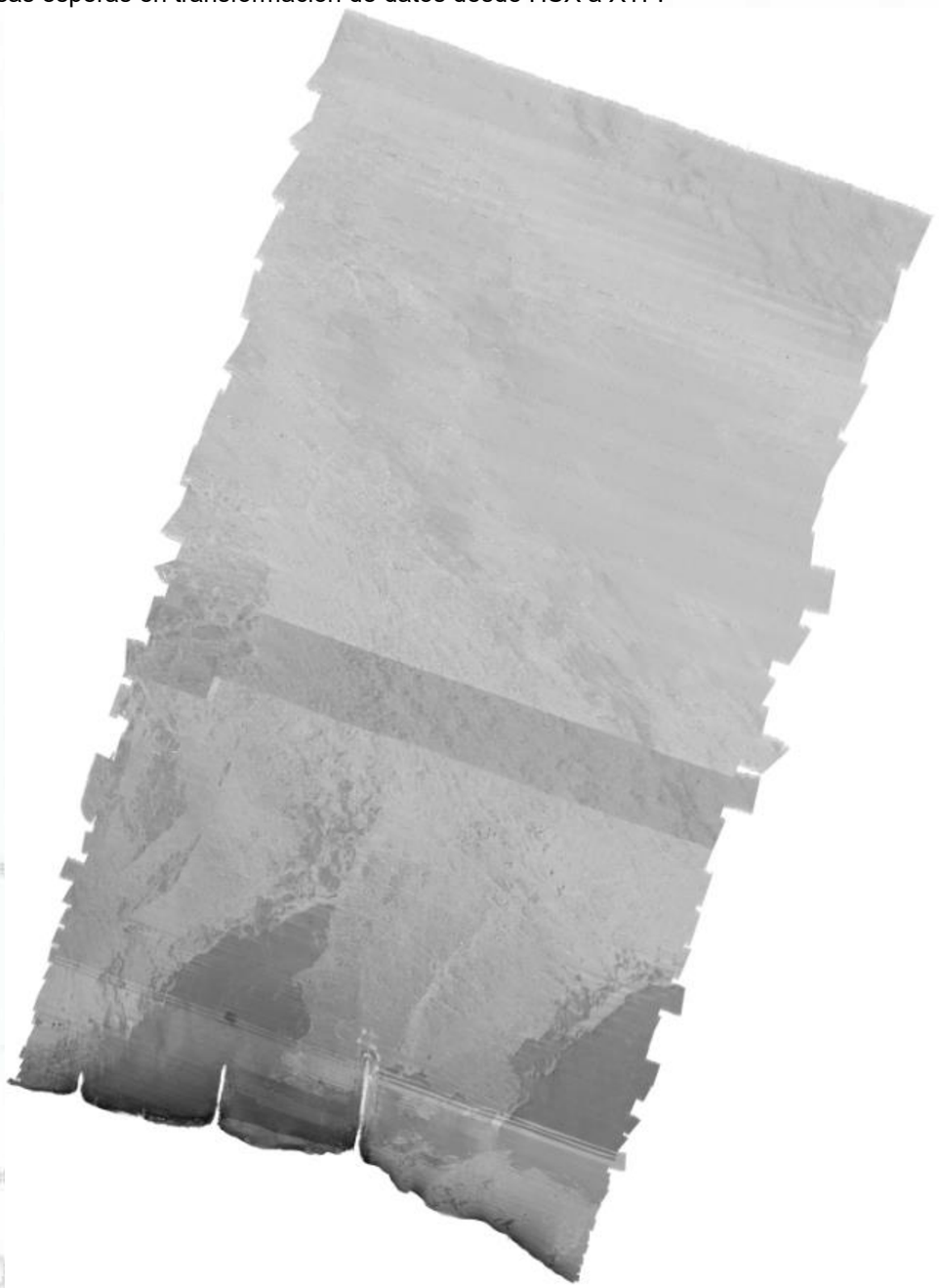
Ejemplo de un tramo de un despliegue de SBL en formato JPG,

Todos los datos brutos, son suministrados a la empresa que debe realizar el informe ambiental para su proceso mediante software Sonarwiz, siguiendo las indicaciones de la ingeniería responsable del proyecto, no se suministran a priori como parte de la entrega de datos por motivos de espacio.

BAT I TOP, S. L. - C.I.F. B-96532254 - Reg. Merc. Valencia, Tomo 5528, Libro 2835, Sec. Gral. Folio 78, Hoja n.º V-48639

IMAGINERÍA EN PLANTA, MODULO GEOCODER

Como producto final del presente informe, se debe presentar una planta geo referenciada, en formato TIF, que comprenda el tratamiento de los datos procedentes de la imaginería del SBL y por otra parte del tratamiento del backscatter, para ello se han utilizado dos programas diferentes basados en el mismo programa original del profesor Fonseca, el GEOCoder. Para el proceso de SBL se ha utilizado el integrado en Hypack para así evitar costosas esperas en transformación de datos desde HSX a XTF:



Vista del mosaico georreferenciado mediante Geocoder de los datos de SBL

6. APENDICE DE MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS

EQUIPO DE BATIMETRÍA

NORBIT
- explore more -

DATASHEET - FS-160009-5

WIDEBAND MULTIBEAM 3D&4D SONAR

For High-Resolution 3D Imagery and 4D Experience

Introducing powerful, ultra compact and high-resolution multibeam sonar from NORBIT.

The WBMS series are the most compact sonars designed for use on all platforms. With low power consumption, the system is suitable to operate from any power source. NORBIT's wideband multibeam technology facilitates long range real-time data collection and at the same time achieves high resolution data in 3 dimensions. NORBIT uses rapid electronic scanning to combine proven 2D bathymetry into 3D georeferenced bathymetry and 4D experience.

The WBMS sonars are based on a state of the art analog and digital platform featuring powerful signal processing capabilities, offering roll stabilized bathymetry and several imagery and backscatter output. With broad R&D expertise NORBIT has developed, from the ground-up, exciting new technology that allows existing and new applications to benefit from the advantages offered by a compact wideband curved-array multibeam sonar.

Features
- ✓ Sub-centimeter Range Resolution
- ✓ Multidetect
- ✓ FM & CW Processing
- ✓ Up to 80kHz Bandwidth
- ✓ Flexible Power Source (10-28 VDC, 100-240 VAC)
- ✓ Simple Ethernet Interface
- ✓ Integrated Sound Speed Probe

Applications
- ✓ Harbor and Coastline Surveys
- ✓ Dredging, Cable laying, Rock dumping
- ✓ USV, UUV, AUV & ROV Surveys
- ✓ MCM & Littoral Combat Zone Surveys
- ✓ Habitat Mapping and Bottom Classification
- ✓ Horizontal Detection Sonar
- ✓ 3D Bathymetry

Options
- ✓ Motion Sensor
- ✓ Can be Delivered with all Major Software Packages e.g. HYPACK, Qinsy, EIVA, CARIS and Others
- ✓ External or Integrated GNSS/INS system
- ✓ VDSL Data Link, for Long Range Telemetry
- ✓ Integrated Inertial Navigation Solution
- ✓ STX360-Full 360° coverage
- ✓ Backscattering Strength Output

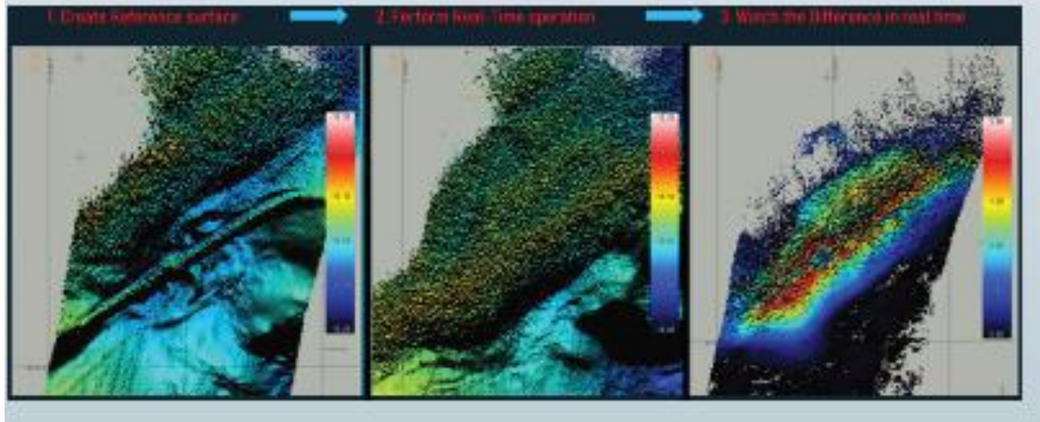
EXPERTS in sensor equipment providing telemetry and communication solutions for harsh environments.
NORBIT develops and delivers innovative products - allowing you to explore more.

www.norbit.com

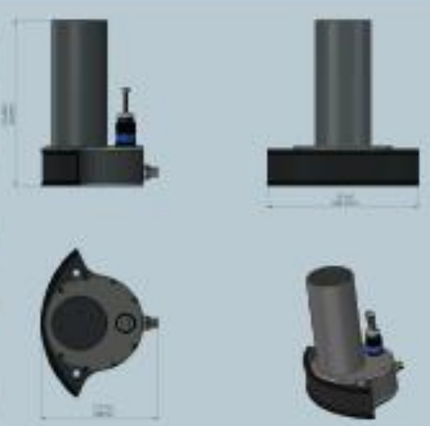
DATA SHEET - FS-I60009-4

NORBIT Wideband Multibeam Sonar

For High Resolution 3D Imagery



TECHNICAL SPECIFICATIONS	
SWATH COVERAGE	5-210° FLEXIBLE SECTOR
RANGE RESOLUTION	<10mm (ACOUSTIC)
NUMBER OF BEAMS	256-512 SA & SD
OPERATING FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400 kHz (FREQUENCY AGILITY 200-700kHz)
PING RATE	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
DEPTH RANGE	0.3-275m (350m TYPICAL)
RESOLUTION	0.9° HOR, 0.9° VER @400kHz, 0.5° X 0.5° @700kHz
WEIGHT	5.4kg(AIR), 3.1kg(WATER)
POWER CONSUMPTION	APPROX. 50W
VOLTAGE	VOLTAGE 90-38VDC OR 100-240VAC (ROV DIRECT: 24-28VDC)
INTERFACE	100Mb ETHERNET
STANDARD CABLE LENGTH	STANDARD CABLE LENGTH 8m, OPT: 2m, 25m, 50m, PIGTAIL, 600m WITH VDSL
DEPTH RANGE	100m, OPTIONAL DEEP WATER 4500m and 6000m, DEEP WATER (>100m) DESIGNED FOR UP TO 7m/s VEHICLE SPEED
OPERATING TEMPERATURE	-4°C to +40°C (TOPSIDE -20°C to +50°C)
STORAGE TEMPERATURE	-20°C to +60°C



COPYRIGHT©2010 NORBIT, ALL RIGHTS RESERVED. WHILE EVERY EFFORT IS MADE TO ENSURE THE INFORMATION GIVEN IS ACCURATE, NORBIT DOES NOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY ERRORS OR OMISSIONS. ALL WEIGHTS AND MEASURES ARE APPROXIMATE. NO OTHER INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

BX316D

GNSS RTK Board with Heading

TERSUS GNSS

Overview

The BX316D is a dual frequency GNSS RTK board, which provides cm-level positioning and heading in real time, and accurate raw observation for static post processing and post processing kinematic (PPK). Its flexible interfaces can be used in a variety of applications, such as precision navigation, precision agriculture, surveying, and UAVs.

The BX316D is pin-to-pin compatible with NovAtel OEM617D. It is designed for take-up by original equipment manufacturers and system integrators. In-built 4GB memory supports data collection. Its log/command format is compatible with most of the OEM boards in market.

Key Features

- Supports RTK positioning mode or RTK positioning + heading mode. The two modes are software configurable
- Supports 384 channels
- Up to 20Hz RTK solution updates and raw data output
- Supports in-built 4GB memory, which makes data collection easy
- Pin-to-pin compatible with NovAtel OEM617D
- Log/command compatible with NovAtel protocol
- Supports PPS output and event mark input
- Serial ports with LVTTL level
- External antenna inputs through MMCX connectors for OEM board and SMA connectors for enclosure
- Data output: NMEA-0183 and Tersus binary format
- Correction: RTCM 2.x/3.x/CMR/CMR+
- Easy to integrate with Pixhawk and other autopilots

Global Accuracy Easier / Tersus GNSS Inc. / Version V2.9-20210111

Technical Specifications

TERSUS GNSS

Performance

Signal Tracking for Primary Antenna:	GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BeiDou B1/B2
Signal Tracking for Secondary Antenna:	GPS L1+GLONASS L1 or GPS L1+BeiDou B1
GNSS Channels:	384
Single Point Positioning Accuracy (RMS):	
– Horizontal:	1.5m
– Vertical:	3.0m
RTK Positioning Accuracy (RMS):	
– Horizontal:	10mm+1ppm
– Vertical:	15mm+1ppm
PPK Positioning Accuracy (RMS):	
– Horizontal:	10mm+1ppm
– Vertical:	15mm+1ppm
Observation Accuracy (zenith direction):	
– C/A Code:	10cm
– P Code:	10cm
– Carrier Phase:	1mm
Heading Accuracy:	
– 1m Baseline (RMS):	0.15°
Time To First Fix (TTFF):	
– Cold Start:	<50s
– Warm Start:	<30s
Timing Accuracy (RMS):	20ns
Velocity Accuracy (RMS):	0.03m/s
Initialization (typical):	<10s
Initialization Reliability:	>99.9%
Correction:	RTCM 2.x/3.x/CMR/CMR+
Max. Update Rate:	20Hz
Input Voltage:	3.3V DC (OEM board) 5~15V DC (Enclosure)
Power Consumption (typical):	2.8W (OEM board) 3W (Enclosure)
Active Antenna Input Impedance:	50Ω
Storage:	In-built 4GB memory

Communication

Serial Ports:	LVTTL x2
USB Ports:	USB 2.0 device x1
CAN Ports:	ISO/DIS 11898 x1*
PPS Ports:	LVTTL x1
Event Mark:	LVTTL x1
Antenna Connector:	MMCX female x2 (OEM board) SMA female x2 (Enclosure)
COM Baud Rate:	Up to 460800bps

* This port's function is related to firmware version.

Physical

Size:	71x46x9.3mm (OEM board) 100.2x57.4x24mm (Enclosure)
Weight:	27g (OEM board) 150g (Enclosure)
Operating Temperature:	-40℃ ~ +85℃

VALEPORT

miniCTD

The miniCTD has been developed to provide a cost effective tool for the collection of CTD Profiles, without compromising the quality of the data. Ideally suited to ROV, coastal, or small boat applications, the miniCTD will appeal to survey companies, military and academia alike, being both simple to use & easy to handle.

Sensor
The miniCTD is fitted with Valeport's unique digital, high stability conductivity sensor, a PRT temperature sensor, and strain gauge pressure transducer. In addition to the measured parameters listed, Salinity and Density values are also calculated by the software.

Conductivity

Range:	0 - 80 mS/cm
Resolution:	0.001mS/cm
Accuracy:	±0.01mS/cm

Temperature

Range:	-5°C to +35°C
Resolution:	0.001°C
Accuracy:	±0.01°C

Pressure

Range:	5, 10, 30, 50, 100, 300 or 600 Bar
Resolution:	0.001% range
Accuracy:	±0.05% range

Data Acquisition
The miniCTD features a selection of pre-programmed sampling regimes, covering many standard applications. Data may be sampled from 1 to 8Hz, making it suitable for rapid profiling or for continuous measurement at a fixed point.

Sampling Modes

Continuous:	Regular output from all sensors at 1, 2, 4 or 8Hz.
Profile:	Logs data as the device falls (or rises) by a defined amount through the water column.

Communications
The instrument will operate autonomously, with setup and data extraction performed by direct communications with PC before and after deployment. It also operates in real time, with a choice of communication protocols fitted as standard and selected by pin choice on the output connector:

RS232:	Up to 300m cable, direct to serial port
RS485:	Up to 1000m cable
Baud Rate:	4800 - 460800
Protocol:	8 data bits, 1 stop bit, No parity, No flow control
Bluetooth:	Bluetooth logger and communication set available for cable free data recovery (500m rated)

Memory
The miniCTD is fitted with a solid-state, non-volatile flash memory, capable of storing over 10 million lines of data (equivalent to 10,000 profiles to 500m at 1m profile resolution).

Electrical

Internal:	1x C cell, 1.5V alkaline or 3.6V lithium
External:	9 – 28V DC
Power:	<250mW
Battery Life:	approx 30 hours operation (alkaline) approx 90 hours operation (lithium)
Connector:	SubConn MCBH10F

Physical

Materials:	Acetal or Titanium housing (as ordered). Polyurethane and ceramic sensor components Stainless steel (316) deployment cage
Depth Rating:	500m (Acetal) and 6000m (Titanium) NB: Maximum deployment depth may be limited by transducer range
Instrument Size:	Main Housing 48mmØ Sensor Body 54mmØ Length 370mm (including connector)
Deployment Cage:	110mmØ x 450mm long
Weight:	9kg (Acetal) 18kg (Titanium)
Shipping:	51 x 42 x 27cm, 10kg

Software
System is supplied with DataLog Express Windows based PC software, for instrument setup, data extraction and display. DataLog Express is license free.

Ordering

0660003-XX	miniCTD Profiler in Acetal Supplied with: • Deployment frame • Switch plug • 3m comms lead • DataLog x2 software • Manual and transit case
0660039F-XX	miniCTD Profiler in Acetal Supplied with: • Deployment frame • Switch plug • Bluetooth logger/communication set • DataLog x2 software • Manual and transit case
Note:	XX denotes pressure transducer range Select from 5,10, 30 or 50bar
0660004-XX	miniCTD Profiler in Titanium Supplied with: • Deployment frame • Switch plug • 3m comms lead • DataLog x2 software • Manual and transit case
Note:	XX denotes pressure transducer range Select from 100, 300 or 600bar

Datasheet Reference: miniCTD - May 2016

As part of our policy of continuing development, we reserve the right to alter at any time, without notice, all specifications, designs, prices and conditions of supply of all equipment

Valeport Limited, St. Peter's Quay Totnes, Devon, TQ9 5EW UK

BATIMETRIA TOPOGRAFIA

Especificaciones

Característica	Especificaciones técnicas
Nombre/modelo	Dell Rugged Extreme 14/7404
Procesadores	4.ª generación de procesadores Intel® Core™ i3, i5 e i7 de doble núcleo
Sistemas operativos	Windows® 8.1 Pro (64 bits) o Windows® 7 Professional (64 bits) original; Windows 8.1 (64 bits) opcional, Windows 7 Home Basic, Home Premium, Professional o Ultimate (64 o 32 bits), Linux Ubuntu 12.04
Memoria[6]	2 ranuras DIMM que admiten hasta 16 GB de memoria DDR3L a 1.600 MHz
Conjunto de chips	Conjunto de chips Mobile Intel Lynx
Tarjeta gráfica[7]	Tarjeta gráfica Intel HD 4400 (i3/i5) o tarjeta gráfica Intel HD 5000 (i7) integradas; Tarjeta gráfica independiente NVIDIA® GeForce® GT 720M (DDR3 de 2 GB) opcional con Optimus™
Pantalla	Pantalla visible en exteriores con visualización directa de 14", alta definición (1366 x 768) 16:9 y pantalla táctil resistiva
Almacenamiento[8]	Unidades de estado sólido Mobility de 128 GB, 256 GB o 512 GB; SSD SED mSATA de 256 GB (opcional)
Multimedia	Altavoz de gran calidad, micrófonos con reducción de ruidos integrados, conector combinado para auriculares estéreo y micrófono, cámara web de vídeo Full HD integrada con tapa de privacidad (opcional)
Batería	Baterías de iones de litio de 6 celdas (65 W/h) o 9 celdas (97 W/h); baterías de iones de litio de 6 celdas (58 W/h) o 9 celdas (87 W/h) de vida útil prolongada con garantía de 3 años (opcionales)
Alimentación	Adaptadores de CA de 65 W o 90 W; adaptador de CC para automóvil y avión de 90 W (opcional)
Conectividad	10/100/1000 Gigabit Ethernet y triple transferencia por radiofrecuencia (GPS, banda ancha móvil y WLAN) LAN inalámbrica: Intel® Wireless-AC 7260 de doble banda (802.11ac, doble banda, 2x2, hasta 867 Mb/s) con Bluetooth® 4.0 + vPro™ Banda ancha móvil[4,9]: tarjeta Gobi™ 5000 4G LTE multimodo (Dell Wireless 5808E) con A-GPS (opcional) (solo EE. UU. y Canadá: AT&T, Verizon, Sprint, Rogers, Telus); tarjeta HSPA+ de modo único Dell Wireless 5570E con A-GPS (opcional) GPS: antena y GPS dedicado SiRFstarV™ (opcional)
Puertos, ranuras y periféricos	Puertos: USB 3.0 (2), USB 2.0 (2), puertos serie RS-232 nativos (2), conectores de red Gigabit Ethernet RJ-45 (2), conector combinado para micrófono y auriculares estéreo, conector de estación de base con patilla pogo, VGA, HDMI Ranuras: lector de tarjetas de memoria; ExpressCard de 54 mm o PCMCIA; ranuras M.2 (2 internas); DVD-RW (opcional) Estaciones de base y periféricos opcionales: estación de base para escritorio robusta, estaciones de base para vehículos de terceros[5], correa para colgar del hombro de desconexión rápida
Seguridad	Ranura para candado con cable de acero reforzado, lector de tarjetas inteligentes, lector de tarjetas inteligentes sin contacto, lector de huellas dactilares opcional, TPM 1.2[2] con certificación FIPS 140-2, autenticación avanzada con ControlVault™, Dell Security Tools, Dell Data Protection | Encryption, plataforma segura NIST SP800-147, Dell Backup and Recovery
Dimensiones y peso[10]	Dimensiones: (an. x pr. x al.): 356 x 247 x 52 mm (14,0" x 9,7" x 2,03") Peso mínimo: 3,54 kg (7,79 libras) con baterías de 6 celdas y sin unidad óptica
Entrada	Teclado con retroiluminación RGB personalizable, teclado con retroiluminación RGB y cubierta de goma (opcional; solo teclado en inglés); almohadilla táctil resistiva; pantalla táctil resistiva (toque con guantes de punto único)
Gestión	Funciones de gestión avanzada de la tecnología Intel vPro™ en configuraciones de procesadores i5/i7
Cumplimiento de normativas y directrices ambientales	Modelo normativo: P45G Tipo normativo: P45G001 Energy Star 6.0, EPEAT Pruebas MIL-STD-810G[1]: caída en tránsito (desde 72", 60", 48"; una sola unidad; 78 caídas), caída en funcionamiento (desde 36"), ráfagas de lluvia, ráfagas de polvo, ráfagas de arena, vibración, descarga funcional, humedad, niebla salina (con teclado con cubierta de goma), altitud, atmósfera explosiva, radiación solar, extremos térmicos, choque térmico, congelación/descongelación, modo en espera táctico hasta puesta en funcionamiento Intervalo de temperaturas en funcionamiento: de -29 °C a 63 °C (de -20 °F a 145 °F; Intervalo de temperaturas en estado no operativo: de -51 °C a 71 °C (de -60 °F a 160 °F) Índice de protección IEC 60529[9]: IP-65 (sellado contra la entrada de polvo y protegido contra la entrada de agua a presión) Lugares peligrosos: certificación ANSI/ISA.12.12.01 disponible[3] (clase 1, división 2, grupos A, B, C, D) Interferencia electromagnética: certificación MIL-STD-461F con adaptador de corriente certificado[3]

1 Basado en pruebas y certificaciones conforme los estándares MIL-STD-810G, IEC 60529 (IP-65), MIL-STD-461F y ANSI/ISA.12.12.01. Empresas de análisis acreditadas se encargaron de realizar las pruebas e informes de forma independiente. El estándar ANSI/ISA.12.12.01 deberá especificarse en el momento del pedido para obtener la certificación. El estándar MIL-STD-461F requiere un adaptador de corriente certificado (opcional). Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener más información.
2 Según los resultados obtenidos en la prueba de benchmark de productividad Mobile Mark 2012 relacionada con la duración de la batería. Para obtener más información sobre esta prueba de benchmark, visite www.bapco.com. Los resultados de las pruebas solo deben utilizarse para comparar un producto con otro y no constituyen una garantía de que vaya a experimentar la misma duración de la batería. La duración de la batería puede ser mucho menor que la indicada en los resultados y varía según la configuración, el software, el uso, las condiciones de funcionamiento y los valores de administración de energía de su producto, además de otros factores. La duración máxima de la batería se reducirá con el uso y el transcurso del tiempo.
3 Si hay acceso inalámbrico disponible. Se aplican cargos de acceso adicionales en algunas ubicaciones.
4 Sujeta a la área de cobertura y a la aceptación de banda ancha del proveedor de servicios; se aplican cargos adicionales.
5 Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener información sobre la disponibilidad de las funciones.
6 Es necesario contar con un sistema operativo de 64 bits para poder utilizar 4 GB o más de memoria del sistema.
7 Una parte significativa de la memoria del sistema puede utilizarse para gráficos, en función del tamaño de la memoria del sistema y de otros factores.
8 GB significa mil millones de bytes y TB equivale a un billón de bytes; la capacidad real varía según el material instalado previamente y el entorno operativo, y será menor.
9 La disponibilidad regional puede variar para algunas de estas funciones. Las estaciones de base para vehículos y otros periféricos podrían estar disponibles a través de otros proveedores. Certificación FIPS solo en Windows 7 y Ubuntu.
10 El peso varía según la configuración y las cambios en la fabricación.

Descubra las soluciones robustas más seguras y gestionables en Dell.com/rugged

© 2014 Dell Inc.

Specification SMC IMU-10 Range

		IMU-106	IMU-107	IMU-108
Model Features	Roll / Pitch	N/A	Yes	Yes
	Accelerations	N/A	Yes	Yes
	Heave	Yes	N/A	Yes
Performance	Angle Accuracy static	N/A	0.02° RMS	0.02° RMS
	Angle Accuracy Dynamic @ ±5° simultaneous roll and pitch	N/A	0.03° RMS	0.03° RMS
	Angle range Roll/Pitch	± 30°	± 30°	± 30°
	Heave Accuracy	5cm or 5%	N/A	5cm or 5%
	Acceleration accuracy	N/A	0.01 m/s² RMS	0.01 m/s² RMS
Communication	Ethernet 10/100 mbit. UDP and Modbus TCP/IP Com1: RS232 Bi-Directional Com2: RS422 Bi-Directional Com3: RS232 Data Output and Aiding Input Com4: RS232 Aiding Input only Analog output V or mA with remote converter (optional) Velocity Input formats RMC, RMA, VTG, VBW, VHW; Heading Input formats HDT, HDG SMC IMU Configuration software included User selectable Output Protocols User selectable Output Rate 1-200hz			
Physical	Dimensions (W x H) Ø134 x 127mm excl connector Weight ~1.5 kg Housing Material Titanium			
Environmental	Temperature -20° to +65° Celsius, outside 0° to +55° Celsius, 0.1° angle performance Storage Temperature -40° to +65° Celsius MTBF (computed) 50 000 hours IP66 as standard; IP68 30 meter depth rated optional Mounting Orientation Horizontal as standard or Vertical as option (factory set)			
Electrical	Power requirements 12 - 30 VDC; 3 W, versions without ethernet 2 W Standard Complies with the IEC 60945			
Warranty & Support	2-year Limited Hardware & Software Warranty Free Technical & Hardware support			

ISO 9001 IEC 60945

SMC SHIP MOTION CONTROL

Phone: +46 8 644 50 10 | Email: info@shipmotion.eu | Web: www.shipmotion.eu

SMC IMU-10 Range

Motion Sensors

SMC
SHIP MOTION CONTROL

The latest generation of the SMC IMU-10 range of Motion Sensors has been designed to meet the requirements from the offshore, hydrographic and marine industry. The IMU-10 range provides high accuracy motion measurement data in dynamic environment in all areas from small vessels to large rigs in all weather conditions.

Application
Development over 15 years has produced a Motion Sensor for applications from Active Heave Crane systems, Dynamic Positioning systems, Helideck Monitoring and other various Roll, Pitch and Heave motion applications. The Motion Sensor data is suitable for any marine operation that requires attitude determination, motion compensation or dynamic positioning. The SMC Motion Sensors provide high accuracy motion measurements in all dynamic environments.

Function
Motion sensors or MRUs determine the orientation of an object relative to an inertial frame of reference or another body. The SMC Motion Sensor uses 3 accelerometers and 3 solid state MEMS gyroscopes which are integrated with a DSP, Digital Signal Processor, to output accurate real time pitch, roll and heave data with high dynamic accuracy when accelerations are present, in industry standard formats.

Calibration
All SMC IMU-10 Motion Sensors are individually calibrated and tested, in a calibration machine with a controlled temperature chamber in temperatures between 0 and +55 degrees Celsius.

Communication
The SMC Motion Sensor transmits data over UDP Ethernet and RS232/RS422 Serial communication. The SMC Motion Sensor accepts serial velocity and heading inputs for aiding during vessel turns.

Standard Supply
The SMC Motion Sensor is supplied with a data distribution unit, cables and windows-based user configuration software.

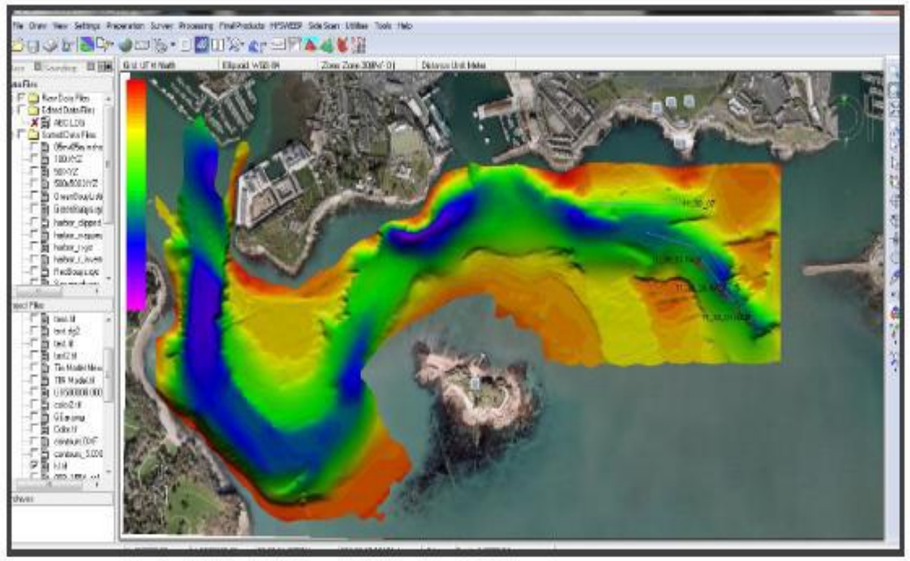
General
- Roll & Pitch 0.03° RMS
- Heave 5 cm or 5 %
- Velocities
- Accelerations
- Serial and Ethernet Communication
- Industry Protocols NMEA
- 2 years Warranty

Environmental
The SMC IMU-10 motion sensors are available as IP66 surface or IP68 submersible versions in a titanium casing. The durable construction ensures a Motion Sensor with an extremely high reliability in the most demanding marine environment.

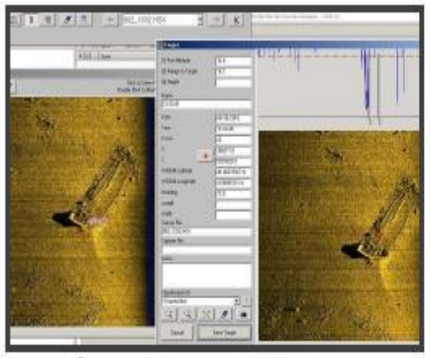
About SMC
SMC is an ISO9001:2015 quality management certified company, manufacturing motion sensors and system integration software packages, such as Helideck Monitoring and Motion Monitoring systems, for the global marine industry.

HYPACK®

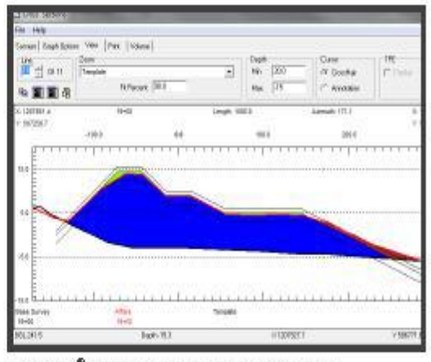
Software for Hydrographic Data Collection, Processing and Final Products



With almost 10,000 users on 7 continents, HYPACK® is the most widely used hydrographic software package in the world!



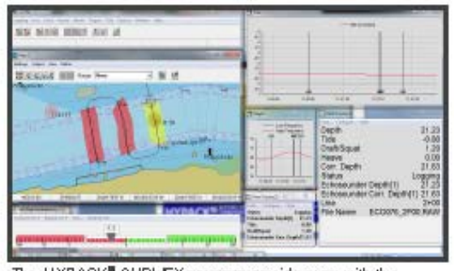
HYPACK® supports collection, targeting and mosaicking for both analog and digital side scans. It's a standard feature!



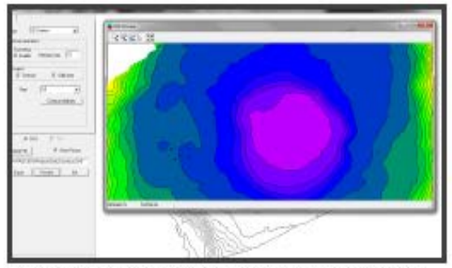
HYPACK® is the defacto standard for volume computations for dredging projects. It can compute volumes by sections or volumes by surfaces, with a variety of options and reports.

HYPACK
a xylem brand

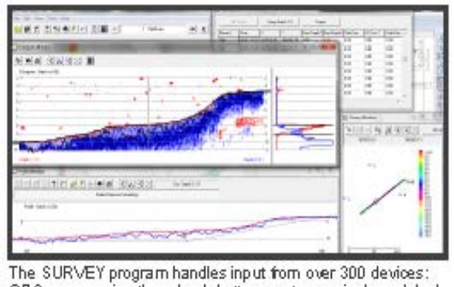
BATIMETRIA TOPOGRAFIA



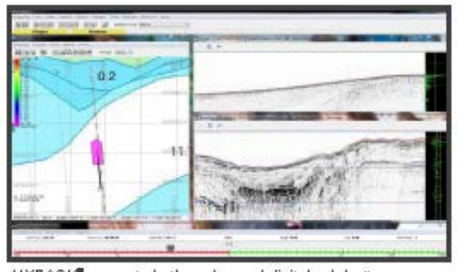
The HYPACK® SURVEY program provides you with the visual feedback needed to get your survey job done right, whether you are on a large ship or a small dinghy.



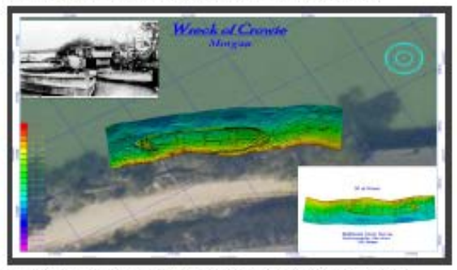
The TIN MODEL program creates stunning surface models, generates DXF contours and computes volume quantities. Export gridded XYZ or BAG surfaces.



The SURVEY program handles input from over 300 devices: GPS, range-azimuth and sub-bottom systems; single and dual frequency echosounders; gyros and magnetometers.

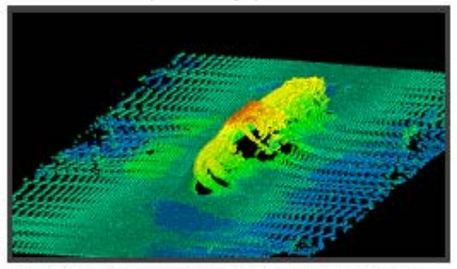


HYPACK® supports both analog and digital sub-bottom systems. It saves your data to industry standard SEG-Y. It's a standard feature in HYPACK®.

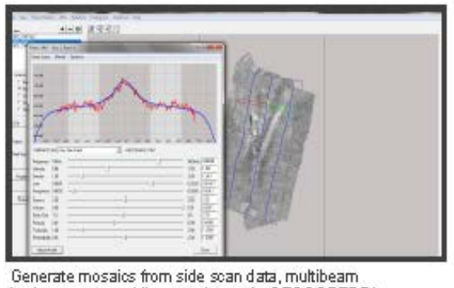


HYPLOT lets you output smooth sheets to your printer or plotter, or save them to PDF or DXF. Choose from an array of borders and sheet options. Design your own title block.

Create your own S-57 ENC, or edit an existing one in the ENC EDITOR. It's a standard feature in HYPACK®.



The CLOUD program can be used for data review and final clean-up. It accepts HYPACK® data or any XYZ data file.



Generate mosaics from side scan data, multibeam backscatter or multibeam snippets in GEOCODER™. Licensed from UNH-CCOM, it's a standard feature in HYPACK®.

HYPACK®

Designed and supported by: HYPACK, A Xylem Brand

56 Bradley St. Middletown, CT 06457 USA ◈ Tel: +1-860-635-1500 ◈ www.hypack.com

Dell recomienda Windows®

DELL

Latitude 14 Rugged Extreme

Diseñado para las condiciones más exigentes.

Robusto para el mundo real

La vida ocurre en el mundo real, donde su portátil podría estar expuesto a peligros como caídas accidentales, vibraciones, agua, polvo y temperaturas extremas. El Dell Latitude 14 Rugged Extreme se diseñó para las condiciones más adversas con los materiales más resistentes disponibles, incluidos los polímeros de ultrarresistencia a impactos y la aleación de magnesio resistente.

Proteja sus datos frente a las condiciones climáticas con las puertas selladas y juntas de compresión y, al mismo tiempo, logre un rendimiento a altas temperaturas gracias a la gestión térmica QuadCool™ de cuarta generación.

Los portátiles Latitude Rugged Extreme se someten a pruebas de forma independiente[1] conforme los estándares militares que incluyen caídas de hasta 1,8 metros (6 pies), además de certificaciones de materiales peligrosos, índice de protección y emisiones, realizadas por una instalación de análisis de terceros acreditada.

Productividad en cualquier lugar

Terminar un trabajo no puede detenerse cuando las cosas se vuelven complicadas. Ni usted ni su portátil Rugged Extreme disminuirán su rendimiento gracias a la 4.ª generación de procesadores Intel® potente y eficiente, almacenamiento de estado sólido rápido y tarjeta gráfica independiente opcional. Con hasta 14 horas de duración de la batería[2], cuenta con energía para el turno completo.

Colabore eficazmente y manténgase conectado con una suite de capacidades[3] inalámbricas como banda ancha móvil opcional[4] y GPS dedicado.

Gracias a una amplia pantalla visible en exteriores con visualización directa de 14", podrá visualizar con gran nitidez desde condiciones a plena luz del sol y poca luz, y la funcionalidad táctil resistiva estándar significa que puede mantener los guantes puestos.

Latitude Rugged significa innovación en todos los aspectos. Un teclado con retroiluminación RGB personalizable le permite trabajar cómodamente en todas las condiciones de iluminación, mientras que el modo Stealth le permite estar de incógnito con solo pulsar una tecla.

Control orientado a la empresa

Dell le otorga tranquilidad con los productos robustos más sencillos que puede adquirir. Mantenga el control con las soluciones informáticas robustas más seguras, gestionables y fiables disponibles.

Simplifique la gestión del sistema con la capacidad de gestión remota y la tecnología Intel® vPro™ disponible para una gestión fuera de banda eficiente.

Proteja sus datos con un conjunto de protecciones como Trusted Platform Module (TPM 1.2) con certificación FIPS 140-2[5], Dell Data Protection | Encryption[7] y autenticación avanzada con ControlVault™.

Invierta en un portátil que ofrece una estabilidad a largo plazo a través de una gestión del ciclo de vida cuidadosamente ejecutada. Los portátiles Dell Rugged cuentan con el respaldo de una suite integral de opciones de servicio y asistencia de Dell.

BATIMETRIA TOPOGRAFIA

Especificaciones

Característica	Especificaciones técnicas
Nombre/modelo	Dell Rugged Extreme 14/7404
Procesadores	4.ª generación de procesadores Intel® Core™ i3, i5 e i7 de doble núcleo
Sistemas operativos	Windows® 8.1 Pro (64 bits) o Windows® 7 Professional (64 bits) original; Windows 8.1 (64 bits) opcional, Windows 7 Home Basic, Home Premium, Professional o Ultimate (64 o 32 bits), Linux Ubuntu 12.04
Memoria[6]	2 ranuras DIMM que admiten hasta 16 GB de memoria DDR3L a 1.600 MHz
Conjunto de chips	Conjunto de chips Mobile Intel Lynx
Tarjeta gráfica[7]	Tarjeta gráfica Intel HD 4400 (i3/i5) o tarjeta gráfica Intel HD 5000 (i7) integradas; Tarjeta gráfica independiente NVIDIA® GeForce® GT 720M (DDR3 de 2 GB) opcional con Optimus™
Pantalla	Pantalla visible en exteriores con visualización directa de 14", alta definición (1366 x 768) 16:9 y pantalla táctil resistiva
Almacenamiento[8]	Unidades de estado sólido Mobility de 128 GB, 256 GB o 512 GB; SSD SED mSATA de 256 GB (opcional)
Multimedia	Altavoz de gran calidad, micrófonos con reducción de ruidos integrados, conector combinado para auriculares estéreo y micrófono, cámara web de vídeo Full HD integrada con tapa de privacidad (opcional)
Batería	Baterías de iones de litio de 6 celdas (65 W/h) o 9 celdas (97 W/h); baterías de iones de litio de 6 celdas (58 W/h) o 9 celdas (87 W/h) de vida útil prolongada con garantía de 3 años (opcionales)
Alimentación	Adaptadores de CA de 65 W o 90 W; adaptador de CC para automóvil y avión de 90 W (opcional)
Conectividad	10/100/1000 Gigabit Ethernet y triple transferencia por radiofrecuencia (GPS, banda ancha móvil y WLAN) LAN inalámbrica: Intel® Wireless-AC 7260 de doble banda (802.11ac, doble banda, 2x2, hasta 867 Mb/s) con Bluetooth® 4.0 + vPro™ Banda ancha móvil[4,9]: tarjeta Gobi™ 5000 4G LTE multimodo (Dell Wireless 5808E) con A-GPS (opcional) (solo EE. UU. y Canadá: AT&T, Verizon, Sprint, Rogers, Telus); tarjeta HSPA+ de modo único Dell Wireless 5570E con A-GPS (opcional) GPS: antena y GPS dedicado SiRFstarV™ (opcional)
Puertos, ranuras y periféricos	Puertos: USB 3.0 (2), USB 2.0 (2), puertos serie RS-232 nativos (2), conectores de red Gigabit Ethernet RJ-45 (2), conector combinado para micrófono y auriculares estéreo, conector de estación de base con patilla pogo, VGA, HDMI Ranuras: lector de tarjetas de memoria; ExpressCard de 54 mm o PCMCIA; ranuras M.2 (2 internas); DVD-RW (opcional) Estaciones de base y periféricos opcionales: estación de base para escritorio robusta, estaciones de base para vehículos de terceros[5], correa para colgar del hombro de desconexión rápida
Seguridad	Ranura para candado con cable de acero reforzado, lector de tarjetas inteligentes, lector de tarjetas inteligentes sin contacto, lector de huellas dactilares opcional, TPM 1.2[3] con certificación FIPS 140-2, autenticación avanzada con ControlVault™, Dell Security Tools, Dell Data Protection | Encryption, plataforma segura NIST SP800-147, Dell Backup and Recovery
Dimensiones y peso[10]	Dimensiones: (an. x pr. x al.): 356 x 247 x 52 mm (14,0" x 9,7" x 2,03") Peso mínimo: 3,54 kg (7,79 libras) con baterías de 6 celdas y sin unidad óptica
Entrada	Teclado con retroiluminación RGB personalizable; teclado con retroiluminación RGB y cubierta de goma (opcional; solo teclado en inglés); almohadilla táctil resistiva; pantalla táctil resistiva (toque con guantes de punto único)
Gestión	Funciones de gestión avanzada de la tecnología Intel vPro™ en configuraciones de procesadores i5/i7
Cumplimiento de normativas y directrices ambientales	Modelo normativo: P45G Tipo normativo: P45G001 Energy Star 6.0, EPEAT Pruebas MIL-STD-810G[1]: caída en tránsito (desde 72", 60", 48"; una sola unidad; 78 caídas), caída en funcionamiento (desde 36"), ráfagas de lluvia, ráfagas de polvo, ráfagas de arena, vibración, descarga funcional, humedad, niebla salina (con teclado con cubierta de goma), altitud, atmósfera explosiva, radiación solar, extremos térmicos, choque térmico, congelación/descongelación, modo en espera táctico hasta puesta en funcionamiento Intervalo de temperaturas en funcionamiento: de -29 °C a 63 °C (de -20 °F a 145 °F; Intervalo de temperaturas en estado no operativo: de -51 °C a 71 °C (de -60 °F a 160 °F) Índice de protección IEC 60529[2]: IP-65 (sellado contra la entrada de polvo y protegido contra la entrada de agua a presión) Lugares peligrosos: certificación ANSI/ISA.12.12.01 disponible[3] (clase 1, división 2, grupos A, B, C, D) Interferencia electromagnética: certificación MIL-STD-461F con adaptador de corriente certificado[3]

1 Basado en pruebas y certificaciones conforme los estándares MIL-STD-810G, IEC 60529 (IP-65), MIL-STD-461F y ANSI/ISA.12.12.01. Empresas de análisis acreditadas se encargaron de realizar las pruebas e informes de forma independiente. El estándar ANSI/ISA 12.12.01 debe ser especificado en el momento del pedido para obtener la certificación. El estándar MIL-STD-461F requiere un adaptador de corriente certificado opcional. Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener más información.
2 Según los resultados obtenidos en la prueba de benchmark de productividad Mobile Mark 2012 relacionada con la duración de la batería. Para obtener más información sobre esa prueba de benchmark, visite www.bapco.com. Los resultados de las pruebas solo deben utilizarse para comparar un producto con otro y no constituyen una garantía de que vaya a experimentar la misma duración de la batería. La duración de la batería puede ser mucho menor que la indicada en los resultados y varía según la configuración, el software, el uso, las condiciones de funcionamiento y los valores de administración de energía de su producto, además de otros factores. La duración máxima de la batería se reducirá con el uso y el transcurso del tiempo.
3 Si hay acceso inalámbrico disponible. Se aplican cargos de acceso adicionales en algunas ubicaciones.
4 Sujeta al área de cobertura y a la suscripción de banda ancha del proveedor de servicios; se aplican cargos adicionales.
5 Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener información sobre la disponibilidad de las funciones.
6 Es necesario contar con un sistema operativo de 64 bits para poder utilizar 4 GB o más de memoria del sistema.
7 Una parte significativa de la memoria del sistema puede utilizarse para gráficos, en función del tamaño de la memoria del sistema y de otros factores.
8 GB significa mil millones de bytes y TB equivale a un billón de bytes; la capacidad real varía según el material instalado previamente y el entorno operativo, y será menor.
9 La disponibilidad regional puede variar para algunas soluciones. Las soluciones de base para vehículos y otros periféricos podrían estar disponibles a través de otros proveedores. Certificación FIPS solo en Windows 7 y Ubuntu.
10 El peso varía según la configuración y los cambios en la fabricación.

Descubra las soluciones robustas más seguras y gestionables en Dell.com/rugged

© 2014 Dell Inc.

BATIMETRIA TOPOGRAFIA

7. PLANOS

ANEXO 4.3:
RESEÑAS BASE DE REPLANTEO

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

RESEÑA BASE DE REPLANTEO

BR-032 "PASEO SUR"

Municipio: Almazora	Provincia: Castellón
Proyección ETRS89 UTM 30N	**Coordenadas Geográficas**
X: 755873.981	Longitud: -0º 00' 22.83515"
Y: 4422644.981	Latitud: 39º 54' 54.98989"
Z: 3.038	h: 53.151

SITUACIÓN:

En el inicio del Paseo Marítimo (Zona Sur) de la Playa de Almazora.

Desde Passeig Vora Riu entramos al paseo, veremos el Bar Les Goles a la izquierda y más o menos enfrente de la primera calle en el murete de la playa.

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

RESEÑA BASE DE REPLANTEO

BR-033 "PASEO 238"

Municipio: Almazora	Provincia: Castellón

Proyección ETRS89 UTM 30N		**Coordenadas Geográficas**	
X:	756014.021	Longitud:	-0º 00' 16.10179"
Y:	4423241.510	Latitud:	39º 55' 14.16000"
Z:	3.078	h:	53.196

SITUACIÓN: En el Paseo Marítimo de la Playa de Almazora, Partida Playa-Torre.
Vamos por el paseo hacia Castellón y antes de llegar a Avinguda Mediterranea, sobre murete enfrente casetas.

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

RESEÑA BASE DE REPLANTEO

BR-034 "PASEO M-23"

Municipio: Almazora	Provincia: Castellón
Proyección ETRS89 UTM 30N	**Coordenadas Geográficas**
X: 756133.268	Longitud: -0º 00' 10.26885"
Y 4423819.107	Latitud: 39º 55' 32.73935"
Z: 3.227	h: 53.451

SITUACIÓN: En el Paseo Marítimo de la Playa de Almazora, Partida Playa-Torre.
Vamos por el paseo hacia Castellón, pasamos la calle Avinguda Mediterránea, seguimos y veremos en la parte izquierda una zona de matorrales, enfrente sobre el murete de la playa.

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

RESEÑA BASE DE REPLANTEO

BR-035 "CINE"

Municipio: Almazora	Provincia: Castellón

Proyección ETRS89 UTM 30N		**Coordenadas Geográficas**	
X:	756257.374	Longitud:	-0º 00' 04.32264"
Y:	4424331.582	Latitud:	39º 55' 49.20390"
Z:	3.223	h:	53.351

SITUACIÓN: En el Paseo Marítimo de la Playa de Almazora, Partida Playa-Torre.
Vamos por el paseo hacia Castellón y veremos a la izquierda la calle Partida Partidor M.Urba una parcela de hormigón (cine), enfrente sobre el murete de la playa.

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

RESEÑA BASE DE REPLANTEO

BR-036 "MERIDIANO"

Municipio: Almazora	Provincia: Castellón
Proyección ETRS89 UTM 30N	**Coordenadas Geográficas**
X: 756382.003	Longitud: 0º 00' 01.83260"
Y: 4424975.557	Latitud: 39º 56' 09.92719"
Z: 2.497	h: 52.631

SITUACIÓN: Clavo de acero en el Paseo Marítimo de la Playa de Almazora.
En Partida Playa Torre, enfrente de Apartamentos Ben-Afeli, está el Monumento Meridiano de Greenwich.