



TIPO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

CLAVE:
08-0377

TÍTULO:


**PROYECTO DE ESTABILIZACION DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR
T.M. DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO):

14.333.764,99 €

DIRECTORA DEL PROYECTO:

ANA M. CASTAÑEDA FRAILE
Dra. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Jefa del servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

AUTORES DEL PROYECTO		EMPRESA CONSULTORA
LEONARDO S. NANÍA ESCOBAR Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	ALBERTO F. SALMERÓN GÓMEZ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	

FECHA DE REDACCIÓN:
AGOSTO 2024

TOMO: II	TÍTULO: DOCUMENTO Nº5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
------------------------	---

ÍNDICE GENERAL DEL DOCUMENTO.

DENOMINACIÓN: PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR.
T.M. DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

DOCUMENTO Nº 01. MEMORIA Y ANEJOS.

- MEMORIA DESCRIPTIVA.
- ANEJOS A LA MEMORIA.
- ANEJO Nº01. ANTECEDENTES Y OBJETO DE LA ACTUACIÓN.
- ANEJO Nº02. DECLARACIÓN CUMPLIMIENTO LEY DE COSTAS.
- ANEJO Nº03. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.
- ANEJO Nº04. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE APORTACIÓN.
- ANEJO Nº05. CARACTERIZACIÓN DE LA PLAYA.
- ANEJO Nº06. CLIMA MARÍTIMO.
- ANEJO Nº07. DINÁMICA LITORAL.
- ANEJO Nº08. AFECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.
- ANEJO Nº09. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.
- ANEJO Nº10. ESTUDIO DE PATRIMONIO CULTURAL.
- ANEJO Nº11. YACIMIENTOS TERRESTRES Y MARINOS.
- ANEJO Nº12. ESTUDIOS GEOFÍSICOS DEL MATERIAL UTILIZADO.
- ANEJO Nº13. INFORME DE COMPATIBILIDAD MARÍTIMA.
- ANEJO Nº14. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS Y ESTRUCTURALES.
- ANEJO Nº15. SERVICIOS AFECTADOS.
- ANEJO Nº16. REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES, AFECCIONES Y NUEVAS ESTRUCTURAS.
- ANEJO Nº17. IMPACTO AMBIENTAL.
- ANEJO Nº18. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS OBRAS.
- ANEJO Nº19. GESTIÓN DE RESIDUOS.
- ANEJO Nº20. PLAN DE OBRA.
- ANEJO Nº21. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE OBRA.
- ANEJO Nº22. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.
- ANEJO Nº23. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.
- ANEJO Nº24. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

DOCUMENTO Nº 02. PLANOS.

- PLANO 01. SITUACIÓN E ÍNDICE.
- PLANO 02. EMPLAZAMIENTO.
- PLANO 03. PLANTA GENERAL ACTUAL.
- PLANO 04. PLANTA GENERAL OBRAS.

TOMO I

- PLANO 05. PLANO DE REPLANTEO.
- PLANO 06. EXTRACCIÓN DE ARENAS.
- PLANO 07. PERFILES LONGITUDINALES.
- PLANO 08. FASES DE EJECUCIÓN.
- PLANO 09. OBRAS COMPLEMENTARIAS.
- PLANO 10. DETALLES DE ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS.
- PLANO 11. PERSPECTIVA GENERAL DE LA PROPUESTA.

DOCUMENTO Nº 03. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

DOCUMENTO Nº 04. PRESUPUESTO.

- 4.1. MEDICIONES.
- 4.3. CUADRO DE PRECIOS.
- 4.3.1. CUADRO DE PRECIOS Nº1.
- 4.3.2. CUADRO DE PRECIOS Nº2.
- 4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES.
- 4.5. PRESUPUESTO GENERAL.

DOCUMENTO Nº 05. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

TOMO II

DOCUMENTO N.º 05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1	4.5.2. Planta de equilibrio	15
1.1. Introducción	1	4.5.3. Estimación del volumen de relleno	16
1.2. Objeto	2	4.5.4. Definición preliminar de diques	17
1.3. Contenido del documento	2	4.6. Alternativa 05: Rigidización mediante espigón mixto y dos diques exentos	17
2. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA.	2	4.6.1. Definición	17
3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO	3	4.6.2. Estimación de volumen de relleno	18
3.1. Ubicación del proyecto	3	4.7. Alternativa 06: Espigón norte, dique exento intermedio y pequeño espigón sur.	18
3.2. Descripción de las obras	4	4.7.1. Definición	18
3.3. Diseño de elementos constructivos	7	4.7.2. Definición preliminar de diques	18
3.3.1. Diseño de playa	7	4.7.3. Estimación del volumen de relleno	19
3.3.2. Perfil transversal	8	4.8. Alternativa 07: rigidización mediante espigones rectos.	19
3.3.3. Espigones	10	4.8.1. Definición	19
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS	11	4.9. Propuesta no convencional	19
4.1. Alternativa 00: No actuación	11	4.9.1. Ventajas medioambientales	19
4.2. Alternativa 01: Alimentación artificial.	11	4.10. Análisis y selección de alternativas	20
4.2.1. Definición	11	4.10.1. Criterio 1: Impacto ambiental y paisajístico	20
4.3. Alternativa 02: Alimentación artificial con espigón	11	4.10.2. Criterio 2: aspectos técnicos	21
4.3.1. Definición	11	4.10.3. Criterio 3: inversión de la actuación y coste de mantenimiento	22
4.3.2. Estimación del volumen de relleno	12	4.10.4. Criterio 4: introducción de aspectos innovadores	23
4.3.3. Definición preliminar del espigón	12	4.11. Matriz multicriterio	23
4.4. Alternativa 03: Rigidización mediante espigones	13	5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO. INVENTARIO AMBIENTAL	24
4.4.1. Definición	13	5.1. Climatología	24
4.4.2. Estimación del volumen de relleno	13	5.2. Calidad del aire	24
4.4.3. Definición preliminar de espigones	14	5.3. Topografía y batimetría	25
4.5. Alternativa 04: Rigidización mediante espigón y dique exento	14	5.3.1. Metodología del levantamiento topográfico	25
4.5.1. Definición	14	5.3.2. Resultados del levantamiento topográfico	25
		5.3.3. Metodología del levantamiento batimétrico / sonográfico	26
		5.3.4. Resultados batimétricos	26
		5.4. Marco geológico general	29

5.5. Geología de los fondos marinos	31	5.14. paisaje	73
5.5.1. Datos granulométricos	31	5.14.1. Calidad paisajística.....	75
5.6. Geomorfología marina y comunidades bentónicas.	32	5.14.2. Aspectos significativos y conclusiones	77
5.7. Hábitats marinos.....	36	5.15. Medio socioeconómico	77
5.7.1. Comunidades planctónicas	36	5.15.1. Caracterización municipal.	77
5.7.2. Comunidades bentónicas.....	37	5.15.2. Actividad pesquera	77
5.7.3. Especies protegidas.....	39	5.15.3. Infraestructuras.....	78
5.8. Hábitats de Interés comunitario terrestres.....	39	5.15.4. Plan De Ordenación Urbanística Municipal De Cabrera De Mar	78
5.9. Clima marítimo	39	5.16. Medio cultural.....	80
5.9.1. Fuentes de datos para el oleaje y nivel del mar	40	5.16.1. Elementos catalogados en el PGOU de Cabrera de Mar	80
5.9.2. Análisis de datos de nivel del mar en 3758 – Barcelona 2.....	41	5.16.2. Naufragios	81
5.9.3. Cambio climático	44	5.16.3. Referencias	81
5.9.4. Análisis de datos de oleaje en Nodo SIMAR 2113138.....	45	5.16.4. Estudio geofísico	85
5.9.5. Ola de cálculo de régimen extremal.....	50	5.16.5. Conclusiones	86
5.9.6. Propagación del oleaje.....	52	6. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS POSIBLES EFECTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE.....	87
5.9.7. Regímenes medios direccionales	55	6.1. Acciones del proyecto.....	87
5.10. Dinámica litoral	59	6.2. Variables ambientales afectadas.	87
5.10.1. Dominio Público Marítimo-Terrestre.....	59	6.3. Identificación de impactos.....	88
5.10.2. Datos generales de la playa.....	59	6.4. Metodología para la valoración de impactos.....	88
5.10.3. Diagnóstico previo.....	60	6.5. Variable Ambiental Aire	89
5.10.4. Unidad fisiográfica.....	60	6.6. Variable Ambiental Agua: turbidez y alteración de la calidad química	90
5.10.5. Evolución histórica de la costa.....	61	6.7. Variable Ambiental Sedimento.....	90
5.10.6. Estudio de la capacidad de transporte de sedimentos.....	61	6.8. Variable Ambiental Dinámica Litoral	91
5.11. Red hidrográfica	68	6.9. Variable Ambiental Comunidades bentónicas	91
5.12. Espacios protegidos	69	6.10. Variable Ambiental Especies Protegidas	92
5.12.1. Red natura 2000.	70	6.11. Variable Paisaje	92
5.12.2. Integración de espacios en la red de áreas marinas protegidas de España (RAMPE).....	71	6.12. Variable Ruido	92
5.12.3. Espacios naturales protegidos por legislación autonómica.....	71	6.13. Variable Espacios Naturales Protegidos.....	93
5.13. Calidad del agua.....	72		

6.14. Variable Calidad de Vida y Empleo	93	9.10. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre los restos arqueológicos	101
6.15. Medio Cultural	94	10. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	101
6.16. Matriz de impactos	94	10.1. Objetivos Generales	101
7. CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO EN LA RED NATURA 2000	96	10.2. Responsabilidad del Seguimiento.....	101
8. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE ACCIDENTES GRAVES	96	10.3. Manual de Buenas Prácticas Ambientales.....	102
9. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS	96	10.4. Aspectos e Indicadores Sometidos a Vigilancia Ambiental.....	102
9.1. Medidas protectoras y correctoras sobre la dinámica litoral.....	97	10.4.1. Antes del Inicio de las Obras	102
9.2. Medidas protectoras y correctoras sobre la generación residuos	97	10.4.2. Fase de Obra.....	106
9.2.1. Fase de construcción	97	10.4.3. Fase de funcionamiento	108
9.2.2. Fase de explotación	97	10.5. Revisiones	108
9.3. Medidas protectoras y correctoras del impacto de la contaminación atmosférica.....	97	10.6. Documentación	109
9.3.1. Fase de construcción	97	10.6.1. BLOQUE 1. Libro de Seguimiento Ambiental (LSA).....	109
9.3.2. Fase de explotación	98	10.6.2. BLOQUE 2. Informes de Presentación de Resultados (IPR).....	109
9.4. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre la hidrología.....	98	10.7. Presupuesto.....	110
9.4.1. Fase de construcción	98	11. DOCUMENTO DE SÍNTESIS	112
9.4.2. Fase de explotación	98	11.1. Introducción	112
9.5. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre los sedimentos	98	11.2. Objeto	113
9.5.1. Fase de diseño.....	98	11.3. Motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.	113
9.5.2. Fase de construcción	98	11.4. Ubicación del proyecto.....	113
9.6. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre las comunidades bentónicas marinas/Especies protegidas 99		11.5. Descripción de las obras.....	113
9.6.1. Fase de diseño.....	99	11.6. Descripción de las alternativas estudiadas	117
9.6.2. Fase de construcción	99	11.7. Descripción del medio. Inventario ambiental	117
9.7. Medidas protectoras y correctoras del impacto paisajístico	99	11.7.1. Climatología.....	117
9.7.1. Fase de diseño.....	99	11.7.2. Calidad del aire.....	117
9.7.2. Fase de construcción	100	11.7.3. Topografía y batimetría.	117
9.8. Medidas protectoras y correctoras del impacto acústico	100	11.7.4. Marco geológico general.	119
9.8.1. Fase de construcción	100	11.7.5. Geología de los fondos marinos	119
9.9. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre la calidad de vida	100	11.7.6. Geomorfología marina y comunidades bentónicas.	120
9.9.1. Fase de construcción	100	11.7.7. Comunidades planctónicas.....	124

11.7.8. Comunidades bentónicas.....	125	11.9. Cuantificación y evaluación de las repercusiones del proyecto en la red natura 2000	140
11.7.9. Especies protegidas.....	126	11.10. Vulnerabilidad del proyecto ante accidentes graves	140
11.7.10. Hábitats de Interés comunitario terrestres.....	127	11.11. Medidas protectoras y correctoras.....	140
11.7.11. Clima marítimo.....	127	11.11.1. Medidas protectoras y correctoras sobre la dinámica litoral.....	140
11.7.12. Dinámica litoral.....	129	11.11.2. Medidas protectoras y correctoras sobre la generación residuos	141
11.7.13. Red hidrográfica.....	129	11.11.3. Medidas protectoras y correctoras del impacto de la contaminación atmosférica.....	141
11.7.14. Red natura 2000.....	130	11.11.4. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre la hidrología.....	142
11.7.15. Integración de espacios en la red de áreas marinas protegidas de España (RAMPE).....	130	11.11.5. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre los sedimentos	142
11.7.16. Espacios naturales protegidos por legislación autonómica.....	131	11.11.6. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre las comunidades bentónicas marinas/Especies protegidas.....	143
11.7.17. Calidad del agua	131	11.11.7. Medidas protectoras y correctoras del impacto paisajístico	143
11.7.18. Paisaje	132	11.11.8. Medidas protectoras y correctoras del impacto acústico.....	144
11.7.19. Caracterización municipal.....	132	11.11.9. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre la calidad de vida	144
11.7.20. Actividad pesquera.....	132	11.11.10. Medidas protectoras y correctoras del impacto sobre los restos arqueológicos	144
11.7.21. Infraestructuras	132	11.12. Plan de Vigilancia Ambiental	144
11.7.22. Plan De Ordenación Urbanística Municipal De Cabrera De Mar	132	11.12.1. Objetivos Generales.....	145
11.7.23. Medio cultural.....	133	11.12.2. Responsabilidad del Seguimiento	145
11.8. Descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente	133	11.12.3. Manual de Buenas Prácticas Ambientales	146
11.8.1. Variable Ambiental Aire.....	133	11.12.4. Aspectos e Indicadores Sometidos a Vigilancia Ambiental	146
11.8.2. Variable Ambiental Agua: turbidez y alteración de la calidad química.....	134	11.12.5. Revisiones.....	152
11.8.3. Variable Ambiental Sedimento.....	134	11.12.6. Documentación.....	152
11.8.4. Variable Ambiental Dinámica Litoral	134	12. NOTAS FINALES Y FIRMAS	153
11.8.5. Variable Ambiental Comunidades bentónicas.....	135	APÉNDICE 1. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	154
11.8.6. Variable Ambiental Especies Protegidas	136		
11.8.7. Variable Paisaje	136		
11.8.8. Variable Ruido.....	136		
11.8.9. Variable Espacios Naturales Protegidos	137		
11.8.10. Variable Calidad de Vida y Empleo.....	137		
11.8.11. Medio Cultural	138		
11.8.12. Matriz de impactos	138		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección planteada para las playas regeneradas.....	1
Figura 2. Situación de la zona de actuación	1
Figura 3. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar.	1
Figura 4. Situación del Espacio Marino Protegido y Zona de Especial Conservación Costes del Maresme.	3
Figura 5. Situación de la zona de actuación	3
Figura 6. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar.	4
Figura 7. Zona de extracción con zona principal de dragado	4
Figura 8. Coordenadas de ubicación zona de extracción y zona de dragado	4
Figura 9. Perfil nativo de aporte	5
Figura 10. Sección tipo de los espigones 1 y 2	5
Figura 11. Sección tipo del espigón 3 parte emergida.....	5
Figura 12. Representación de la playa regenerada y los nuevos espigones	5
Figura 13. Fase de ejecución 1.....	6
Figura 14. Fase de ejecución 2.....	6
Figura 15. Fase de ejecución 3.....	6
Figura 16. Fase de ejecución 4.....	6
Figura 17. Fase de ejecución 5.....	6
Figura 18. Fase de ejecución 6.....	7
Figura 19. Fase de ejecución 7.....	7
Figura 20. Fase de ejecución 8.....	7
Figura 21. Superficie teórica de aporte.....	8
Figura 22. Puntos calculados del relleno	8
Figura 23. Modelo digital de elevaciones de la alternativa de cálculo.....	8
Figura 24. Perfiles nativo y de aporte	9
Figura 25. Dotación del perfil de aporte	9
Figura 26. Evolución del perfil transversal en el escenario A.....	9
Figura 27. Evolución del perfil transversal en el escenario B.....	10
Figura 28. Esquema del espigón norte con relación a las líneas de nivel del perfil tipo de aporte.....	10
Figura 29. Planta aproximada de la Alternativa ALT01.....	11
Figura 30. Planta aproximada de la Alternativa ALT02.....	12
Figura 31. Vista 3D Alternativa ALT02.....	12
Figura 32. Vista 3D Situación actual.....	12
Figura 33 Estimación de los perfiles	12
Figura 34. Alternativa 3. Fuente: CEDEX.....	13
Figura 35. Esquema de la alternativa 3	13
Figura 36. Vista 3D del modelo de la Alternativa ALT03	13

Figura 37 Estimación de los perfiles nativo y de aporte.....	14
Figura 38 Definición de la alternativa 04	15
Figura 39. Ejemplo de construcción de la bahía de equilibrio producida por el espigón norte.....	15
Figura 40. Ejemplo de cálculo del tómbolo del dique sur.....	16
Figura 41 Esquema de perfiles transversales.....	17
Figura 42. Planta propuesta para la alternativa 5.....	18
Figura 43. Planta propuesta para la alternativa 06.....	18
Figura 44. Esquema de alternativa 7	19
Figura 45. Caso de éxito. Islas Maldivas	20
Figura 46. Esquema en planta de la solución escogida. Alternativa 07.....	23
Figura 47. Diagrama de temperaturas mínima, media y máxima mensuales en Cabrera de Mar (Fuente: www.climatedata.org).....	24
Figura 48. Diagrama de precipitaciones y temperaturas medias mensuales en Cabrera de Mar (Fuente: www.climatedata.org).....	24
Figura 49. Evolución del ICQA durante el último año en la estación Vallcarca-Sitges (Fuente: Generalitat de Catalunya).....	25
Figura 50. Zona de estudio levantada.....	25
Figura 51. Curvas de nivel resultantes del levantamiento.	26
Figura 52. Itinerarios recorridos.....	26
Figura 53. Modelo de sombreado del modelo digital de elevaciones (m NMMA) de la franja costera estudiada.	27
Figura 54. Emisario detectado en costa (izda) y en su finalización o vertido (drcha.)	27
Figura 55. Escollera.....	27
Figura 56. Zonas de afloramiento rocoso.....	27
Figura 57. Topobatimetría general (Fuente: trabajos de campo).....	29
Figura 58. Unidades geológicas principales en la comarca del Maresme (Fuente: www.helppc.org/maresme/geologia.htm)	30
Figura 59. Geología en el ámbito de estudio. Fuente: Instituto Geológico Y Minero De España. IGME.	31
Figura 60. Geología marina en la zona de actuación.....	31
Figura 61. Granulometría del material sedimentario. Fuente: GENCAT, 2008	32
Figura 62. Mosaico de sónar de barrido lateral de la franja costera levantada. Foto aérea procedente del IGN... ..	32
Figura 63. Geomorfología marina y unidades bentónicas	36
Figura 64. Hábitats de interés comunitario. Fuente: Generalitat de Catalunya	39
Figura 65. Fuente de datos de oleaje	40
Figura 66. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar	40
Figura 67. Esquema del datum del mareógrafo de Barcelona 2. Fuente: Puertos del Estado	41
Figura 68. Serie temporal de nivel total.....	41
Figura 69. Series temporales de marea astronómica y residuo meteorológico.....	41

Figura 70. Histograma del nivel total del mar	42	Figura 107. Régimen medio del sector S	57
Figura 71. Histograma de la marea astronómica	42	Figura 108. Rosa de oleaje de los sectores que afectan a la costa	58
Figura 72. Histograma del residuo meteorológico	42	Figura 109. Régimen medio del oleaje que afecta a la costa	58
Figura 73. Función de distribución normal para el nivel total (REDMAR)	42	Figura 110. Deslinde del DPMT	59
Figura 74. Función de distribución normal para el residuo meteorológico (REDMAR)	43	Figura 111. Límites de oleaje utilizados	61
Figura 75. Función de distribución normal para la marea astronómica (REDMAR)	43	Figura 112. Espectro de energía para el oleaje del sector E	61
Figura 76. Tendencia en mareógrafo Barcelona 2 (referido a nivel REDMAR)	44	Figura 113. Propagación del oleaje del sector E en la malla regional	62
Figura 77. Proyección del aumento total del nivel del mar para diferentes escenarios. Fuente: NASA	44	Figura 114. Propagación del oleaje del sector E en la malla de detalle	62
Figura 78. Estimación central de las proyecciones de la Figura 77. Fuente: NASA	45	Figura 115. Corriente producida por la rotura del oleaje del sector E	63
Figura 79. Rosa de oleaje en nodo SIMAR 211	46	Figura 116. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje del sector E	63
Figura 80. Serie temporal de altura de ola significativa en nodo SIMAR 21131	46	Figura 117. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-1	63
Figura 81. Serie temporal de periodo medio en nodo SIMAR 2113138	46	Figura 118. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-2	63
Figura 82. Serie temporal de periodo de pico en nodo SIMAR 2113138	47	Figura 119. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-3	63
Figura 83. Frecuencias relativas Hm0- Tp en nodo SIMAR 2113138	47	Figura 120. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-4	64
Figura 84. Frecuencias relativas Tp - Tm02	47	Figura 121. Espectro de energía del sector S	64
Figura 85. Rosa de oleaje propagada	48	Figura 122. Propagación del oleaje del sector S en la malla regional	64
Figura 86. Tanteos para el ajuste del régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138	48	Figura 123. Propagación del oleaje del sector S en la malla de detalle	64
Figura 87. Régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138	48	Figura 124. Corriente producida por la rotura del oleaje del sector S	65
Figura 88. Temporales escogidos mediante POT en el nodo SIMAR 2113138	49	Figura 125. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje del sector S	65
Figura 89. Ajustes tanteados	49	Figura 126. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-1	65
Figura 90. Régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138	50	Figura 127. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-2	65
Figura 91. Espectro direccional del oleaje de cálculo	52	Figura 128. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-3	66
Figura 92. Malla general en planta	53	Figura 129. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-4	66
Figura 93. Perspectiva de la malla general	53	Figura 130. Potencial de transporte de sedimentos en función de la orientación de la costa	66
Figura 94. Malla de detalle	53	Figura 131. Dirección teórica del equilibrio	67
Figura 95. Perspectiva de la malla de detalle	53	Figura 132. Comparación de resultados reales vs. Formulación empírica de Hallermeier, 1981. Fuente: CEDEX, 2012	68
Figura 96. Ubicación relativa de las mallas	54	Figura 133. Cauces vertientes en la zona de actuación	68
Figura 97. Nodos de obtención de oleaje propagado	54	Figura 134. Cuencas vertientes a la zona de actuación	69
Figura 98. Propagación en la malla general	54	Figura 135. Cuenca del río Tordera	69
Figura 99. Espectro propagado en el centro del área de actuación	54	Figura 136. Comparación de la cuenca del río Tordera y de las pequeñas cuencas vertientes al Maresme	69
Figura 100. Espectros en nodo SIMAR y al pie de la zona de actuación	55	Figura 137. Cañón de Blanes	69
Figura 101. Perfil paralelo a la costa, sobre la batimétrica -6.00m	55	Figura 138. Red Natura 2000	70
Figura 102. Valor de Hm0 sobre la batimétrica -6.00m, de SO a NE	55	Figura 139. Espacios protegidos por la RAMPE en la zona de estudio	71
Figura 103. Límites de oleaje utilizados	56	Figura 140. Plano de usos del suelo. Fuente: Generalitat de Catalunya	74
Figura 104. Oleaje de levante	56	Figura 141. Playa y paseo marítimo de Cabrera de Mar	74
Figura 105. Régimen medio de los oleajes de levante	56	Figura 142. Paseo marítimo de Cabrera de Mar	75
Figura 106. Rosa de oleaje del sector S	57		

Figura 143. Efectos de la erosión en accesos a la playa de Cabrera de Mar	75
Figura 144. Vista de la zona urbana (UVI 1).....	75
Figura 145. Vista de la zona de playa (UVI 2).....	76
Figura 146. Vista de la lámina de agua (UVI 3).....	76
Figura 147. Leyenda del Planeamiento Urbanístico	79
Figura 148. Planeamiento Urbanístico de la zona de actuación	79
Figura 149. Zona de actuación de Catastro.....	79
Figura 150. Información Urbanística Playa de Cabrera de Mar	80
Figura 151. Yacimientos arqueológicos. Fuente: PGOU de Cabrera de Mar	80
Figura 152. Tipos de suelo y materiales en la zona de actuación.....	85
Figura 153. Sonografía. Afloramiento rocosos rodeados de arena gruesa con ripples. Fuente: Esgemar	86
Figura 154. Sonografía de una escollera con arena y ripples. Fuente: Esgemar	86
Figura 155. Fondo de roca y arena en el área de estudio. Fuente: Esgemar	86
Figura 156. Red Natura 2000.....	96
Figura 157. Sección planteada para las playas regeneradas	112
Figura 158. Situación de la zona de actuación	112
Figura 159. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar	112
Figura 160. Situación de la zona de actuación	113
Figura 161. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar	113
Figura 162. Zona de extracción con zona principal de dragado	114
Figura 163. Coordenadas de ubicación zona de extracción y zona de dragado	114
Figura 164. Perfil nativo y de aporte	114
Figura 165. Sección tipo de los espigones 1 y 2.....	114
Figura 166. Sección tipo del espigón 3 parte emergida.....	115
Figura 167. Representación de la playa regenerada y los nuevos espigones.....	115
Figura 168. Fase de ejecución 1.....	115
Figura 169. Fase de ejecución 2.....	115
Figura 170. Fase de ejecución 3.....	116
Figura 171. Fase de ejecución 4.....	116
Figura 172. Fase de ejecución 5.....	116
Figura 173. Fase de ejecución 6.....	116
Figura 174. Fase de ejecución 7.....	116
Figura 175. Fase de ejecución 8.....	117
Figura 176. Zona de estudio levantada	118
Figura 177. Curvas de nivel resultantes del levantamiento.....	118
Figura 178. Modelo de sombreado del modelo digital de elevaciones (m NMMA) de la franja costera estudiada	119

Figura 179. Geología marina en la zona de actuación.....	119
Figura 180. Geomorfología marina y unidades bentónicas	124
Figura 181. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar	127
Figura 182. Rosa de oleaje en nodo SIMAR 2113138.....	128
Figura 183. Propagación del oleaje de cálculo en la malla general.....	128
Figura 184. Régimen medio del oleaje que afecta a la costa.....	128
Figura 185. Evolución de la zona de actuación sobre la ortofoto de 2018	129
Figura 186. Red Natura 2000.....	130
Figura 187. Espacios protegidos por la RAMPE en la zona de estudio.....	130
Figura 188. Red Natura 2000.....	140

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cubicación del perfil de aporte.....	9
Tabla 2. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio	11
Tabla 3. Dimensionamiento preliminar del espigón.	13
Tabla 4. Piezas para los espigones N.	14
Tabla 5. Piezas para los espigones central y S.	14
Tabla 6. Cálculo de la bahía a la sombra del espigón norte.....	15
Tabla 7. Bahía sur del dique exento	15
Tabla 8. Bahía norte del dique exento	16
Tabla 9. Manto principal del espigón N.	17
Tabla 10. Resultados para el manto del dique exento.	17
Tabla 11. Espigón N.	19
Tabla 12. Dique exento y espigón S.....	19
Tabla 13. Ventajas e inconvenientes según la tipología del dique.....	22
Tabla 14. Valoración económica de alternativas. Resumen	22
Tabla 15. Matriz multicriterio	23
Tabla 16. Relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA (Fuente: Generalitat de Catalunya).....	25
Tabla 17. Leyenda del mapa geológico.....	31
Tabla 18. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar	40
Tabla 19. Correcciones al nivel del mar (desde el clavo de referencia).....	41
Tabla 20. Parámetros de ajuste de la distribución normal al nivel total del mar (REDMAR).....	42
Tabla 21. Parámetros de ajuste del residuo meteorológico a la distribución normal (REDMAR).....	43
Tabla 22. Parámetros de la distribución normal para la marea astronómica (REDMAR).....	43
Tabla 23. Tendencia en el mareógrafo Barcelona 2 (datos referidos a nivel REDMAR)	43

Tabla 24. Proyección del incremento del nivel del mar en m. según distintos escenarios y cuantiles. Fuente: NASA	77
.....	45
Tabla 25. Longitud de la muestra	45
Tabla 26. Tabla de ocurrencias en el nodo SIMAR 2113138	45
Tabla 27. Frecuencias relativas en el nodo SIMAR 2113138	46
Tabla 28. Intervalos de confianza del 95% para el ajuste $Hm0 - Tp$	47
Tabla 29. Intervalos de confianza del 95% para el ajuste $Tm02 - Tp$	47
Tabla 30. Ajuste de función Weibull triparmétrica al régimen medio de oleaje en el nodo SIMAR 2113138	48
Tabla 31. Probabilidades del régimen medio de oleaje en el nodo SIMAR 2113138	49
Tabla 32. Parámetros utilizados en el método POT	49
Tabla 33. Ajuste función Weibull triparmétrica al régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138	50
Tabla 34. Tabla del régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138	50
Tabla 35. ² IRE y vida útil mínima en función del tipo de área abrigada (ROM 1.0-09, 2009)	50
Tabla 36. Parámetros de las obras de abrigo, relacionados con la vida útil	51
Tabla 37. ² ISA y probabilidad conjunta de fallo para ELU y pf_{ELS} (ROM 1.0-09, 2009)	51
Tabla 38. Parámetros de las obras de abrigo, relacionados con la probabilidad de fallo	51
Tabla 39. Periodos de retorno en función de la pf_{ELS} y de la vida útil	52
Tabla 40. Tabla de régimen extremal actualizada	52
Tabla 41. Olas de cálculo	52
Tabla 42. Estadísticas de $Hm0$ a lo largo de la batimétrica -6.00m	55
Tabla 43. Parámetros de ajuste del régimen medio a la distribución de Weibull triparmétrica	57
Tabla 44. Probabilidades de no excedencia de $Hm0$ para el régimen medio	57
Tabla 45. Oleaje del sector E	57
Tabla 46. Probabilidades de no excedencia de oleajes del sector S	57
Tabla 47. Oleaje medio del sector S	58
Tabla 48. Probabilidades de no excedencia en los oleajes que afectan a la costa	58
Tabla 49. Oleaje medio del sector conjunto	59
Tabla 50. Datos de la playa de Cabrera. Fuente: GENCAT, 2008	60
Tabla 51. Datos municipales	60
Tabla 52. Oleaje medio del sector E	61
Tabla 53. Oleaje medio del sector S	61
Tabla 54. Potencial de transporte de sedimentos hacia el SW	64
Tabla 55. Potencial de transporte de sedimentos hacia el NE	66
Tabla 56. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio	66
Tabla 57. Profundidad de cierre en las playas españolas. Fuente: CEDEX, 2012	67
Tabla 58. Detalle de la Tabla 57. Profundidad de cierre en las playas españolas. Fuente: CEDEX, 2012	67
Tabla 59. Evaluación de los parámetros de control en el PVA de la Demarcación de Costas en Cataluña 2005.	73
Tabla 60. Estadísticas de Cabrera de Mar desde idescat	77
Tabla 61. Capturas en la Lonja de Arenys durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)	78
Tabla 62. Capturas en la Lonja de Badalona durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)	78
Tabla 63. Tabla de información de La Romaguera	81
Tabla 64. Tabla de información de La Barcassa	82
Tabla 65. Tabla de información de La Barra d'en Cintet	82
Tabla 66. Tabla de información de Fondejador de Vilassar	83
Tabla 67. Tabla de información de Riera de Cabrera	83
Tabla 68. Tabla de información de la Riera d'Argentona	84
Tabla 69. Tabla de información de Nàutic de Cabrera	84
Tabla 70. Tabla de información de la desembocadura Riera d'Argentona	85
Tabla 71. Matriz de identificación impactos	88
Tabla 72. Criterios de valoración del impacto (Fuente: Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM de El Masnou - Premià de Mar (Barcelona))	88
Tabla 73. Tipos de impacto considerados (Fuente: elaboración propia)	89
Tabla 74. Factores de emisión de un volquete de 30 t (Fuente: USEPA, 1973)	89
Tabla 75. Valores de referencia para emisión de gases de tubos de escape de vehículos industriales ligeros (Fuente: COM (2005) 683. Comisión de la Comunidad Europea del 21/12/05 y otras Directivas Europeas modificatorias..	89
Tabla 76. NPS en la zona de viviendas más cercana al foco emisor	93
Tabla 77. Leyenda del mapa geológico	119
Tabla 78. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar	127
Tabla 79. Olas de cálculo	128
Tabla 80. Oleaje medio del sector conjunto	129
Tabla 81. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio	129
Tabla 82. Evaluación de los parámetros de control en el PVA de la Demarcación de Costas en Cataluña 2005...	131
Tabla 83. Estadísticas de Cabrera de Mar desde idescat	132
Tabla 84. Factores de emisión de un volquete de 30 t (Fuente: USEPA, 1973)	133
Tabla 85. Valores de referencia para emisión de gases de tubos de escape de vehículos industriales ligeros (Fuente: COM (2005) 683. Comisión de la Comunidad Europea del 21/12/05 y otras Directivas Europeas modificatorias	133
Tabla 86. NPS en la zona de viviendas más cercana al foco emisor	137

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

1.1. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de la Costa y el Mar, licita la “Redacción del proyecto de estabilización de las playas de Cabrera de Mar (Barcelona)” al objeto de dar solución a la problemática que presenta actualmente el tramo del litoral por la sucesiva erosión a la que está sometido.

Tras el análisis de las ofertas técnicas presentadas, se adjudicaron los trabajos de Consultoría a JUST SOLUTIONS, S.L.; procediéndose a la firma del contrato del día 19 de mayo de 2023.

El presente Proyecto Constructivo tiene por objeto la definición de las características de las obras propuestas para solucionar la problemática existente en las playas de Cabrera de Mar (Barcelona), su descripción y justificación de las obras, la extensión de la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre a ocupar, así como el Estudio de Dinámica Litoral, la inclusión de los criterios básicos del proyecto, el dimensionamiento de las obras, el programa de ejecución de los trabajos y procedimiento constructivo, la información fotográfica y gráfica necesaria, además de los Estudios de Gestión de Residuos, Estudio de Seguridad y Salud, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Presupuesto completo de las obras.

El objeto del proyecto es mantener una playa con estabilidad de una anchura en torno a sesenta metros y la mejora de los accesos y de la accesibilidad a lo largo de la playa.

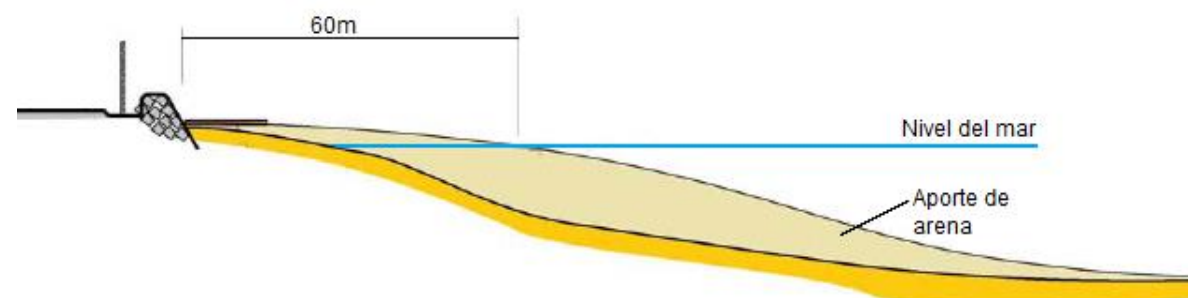


Figura 1. Sección planteada para las playas regeneradas

El proyecto objeto de este documento consiste en la incorporación y acondicionamiento de terrenos procedentes del dragado en la zona de Cabrera de Mar para la estabilización de dicha playa, en la comarca de Maresme (Barcelona). En esta obra se incluye, además, la construcción de tres espigones para la protección de dicha playa.

El tramo de costa denominado Zona de Actuación en este proyecto se sitúa entre los puertos de Mataró y Premià, concretamente en el frente costero de Cabrera de Mar, unos 1590 m a levante del espigón de Llevant de Vilassar de Mar. La zona está representada en la Figura 2. Situación de la zona de actuación.



Figura 2. Situación de la zona de actuación

La zona de estudio comprende todo el tramo de costa de aproximadamente 7.3 km, entre los puertos de Mataró y Premià, cubriendo un área poligonal de en torno a 1630 ha, desde la cota 0 hasta la batimétrica -20 m (línea de cierre). Esta zona de estudio corresponde a lo que se entiende como todo el sistema litoral donde se incluye la zona de actuación.



Figura 3. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar.

1.2. OBJETO

El objeto de este Estudio de Impacto Ambiental es dar respuesta a los requisitos en cuanto a contenido y estructura establecidos por el artículo 45 de la Ley 21/2013.

1.3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

El Documento Ambiental cumple con el contenido establecido en el artículo 45 de la Ley 21/2013 que es el siguiente:

a) *La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.*

b) *La definición, características y ubicación del proyecto, en particular:*

1.º *una descripción de las características físicas del proyecto en sus tres fases: construcción, funcionamiento y cese;*

2.º *una descripción de la ubicación del proyecto, en particular por lo que respecta al carácter sensible medioambientalmente de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.*

c) *Una exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.*

d) *Una descripción de los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.*

e) *Una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, que sean consecuencia de:*

1.º *las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos;*

2.º *el uso de los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad.*

Se describirán y analizarán, en particular, los posibles efectos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.

En los supuestos previstos en el artículo 7.2.b), se describirán y analizarán, exclusivamente, las repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000.

Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o

que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones a largo plazo sobre los elementos de calidad que definen el estado o potencial de las masas de agua afectadas.

f) *Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.*

El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.

g) *Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.*

h) *La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental.*

Los criterios del anexo III se tendrán en cuenta, si procede, al compilar la información con arreglo a este apartado.

El promotor tendrá en cuenta, en su caso, los resultados disponibles de otras evaluaciones pertinentes de los efectos en el medio ambiente que se realicen de acuerdo con otras normas. El promotor podrá proporcionar asimismo una descripción de cualquier característica del proyecto y medidas previstas para prevenir lo que de otro modo podrían haber sido efectos adversos significativos para el medio ambiente.

2. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA.

La tramitación ambiental de proyectos queda regulada por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y sus modificaciones. Este proyecto incluye la construcción de un espigón perpendicular a la costa, éste se encuentra incluido en el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE núm. 296 de 11/12/13), en concreto en el Grupo 7. Proyectos de Infraestructura, apartado h) que cita: “obras costeras destinadas a combatir la erosión y **obras marítimas que puedan alterar la costa**, por ejemplo, **la construcción** de diques, malecones, **espigones** y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la construcción de tales obras y las realizadas en la zona de servicio de los puertos, salvo que cumplan alguno de los criterios generales 1, 2 o 4.a)”. Además, al aportar más de 500.000 m³ de arena también se encuentra dentro del apartado e) “Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos y aquellas de volumen inferior situadas a menos de 500 m de zonas con presencia de comunidades de fanerógamas marinas o que cumplan alguno de los criterios generales 1, 2 o 4.a)”

Esto implica que será necesario acometer el procedimiento de **Evaluación Ambiental Simplificada**. Adicionalmente, la misma ley 21/2013 prevé, en su artículo 7, “*serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada: a) Los proyectos comprendidos en el anexo II y b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*”. En este caso, al Este de la zona de actuación se encuentra la ZEC ES5110017 Costes del Maresme, cuya ubicación se muestra en la siguiente figura.



Figura 4. Situación del Espacio Marino Protegido y Zona de Especial Conservación Costes del Maresme.

Este espacio de la Red Natura 2000 se encuentra a 730 m del ámbito del proyecto. No se espera afección sobre el mismo.

Por lo tanto, será necesario tramitar la Evaluación Ambiental Simplificada al encontrarse dentro del anexo II grupo 7, apartados e) y h) de la Ley 21/2013, de 9 diciembre, de Evaluación Ambiental.

3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el término municipal de Cabrera de Mar (Barcelona).

El tramo de costa denominado Zona de Actuación en este proyecto se sitúa entre los puertos de Mataró y Premià, concretamente en el frente costero de Cabrera de Mar, unos 1590 m a levante del espigón de Llevant de Vilassar de Mar. La zona está representada en la Figura 5. Situación de la zona de actuación.



Figura 5. Situación de la zona de actuación

La zona de estudio comprende todo el tramo de costa de aproximadamente 7.3 km, entre los puertos de Mataró y Premià, cubriendo un área poligonal de en torno a 1630 ha, desde la cota 0 hasta la batimétrica -20 m (línea de cierre). Esta zona de estudio corresponde a lo que se entiende como todo el sistema litoral donde se incluye la zona de actuación.



Figura 6. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El ámbito de actuación está comprendido entre el espigón de levante de Vilassar de Mar y el Torrent Meniu en Cabrera de Mar. Los procesos erosivos han afectado a la playa de Cabrera de Mar, perdiendo completamente la zona de playa seca en la parte norte del proyecto.

El objeto del proyecto consiste en regenerar la playa para que esta mantenga una anchura de 60 metros entre el espigón de levante de Vilassar de Mar y el Torrent Meniu. Para ello, se propone una alimentación artificial con sujeción de la arena mediante estructuras que reduzcan la energía del oleaje. La opción más efectiva se valora en el Anejo 09 Estudio de Alternativas, siendo la elegida la construcción de tres espigones a lo largo de la zona de actuación.

La zona de aporte de arena será de 1135 metros desde el espigón construido en la zona del levante del proyecto. Habrá que realizar un aporte de 569.438,50 m³ de arena (al que hay que aumentar un factor de sobrellenado $C = 1.2$, obteniendo 683.326,20 m³) para mantener el ancho de la playa. Para lograrlo, se utilizará draga succionadora de un yacimiento marino denominado ZP_B11_Z2 (según el estudio de "Ampliación del estudio Geofísico Marino hasta profundidad de 100 metros entre el puerto de Barcelona y Portbou, realizado por la UTE Geomytsa y Proes), situada entre el Puerto de Badalona y el Puerto de Masnou. Esta zona para extraer el material tiene una superficie aproximada de 2.323.849 m², se encuentra a una distancia de 12 kilómetros de la zona de aportación y a 5 km de su costa más próxima, a una profundidad entre las cotas -48 metros y -55 metros. La zona de extracción tiene un espesor medio de 12 metros.

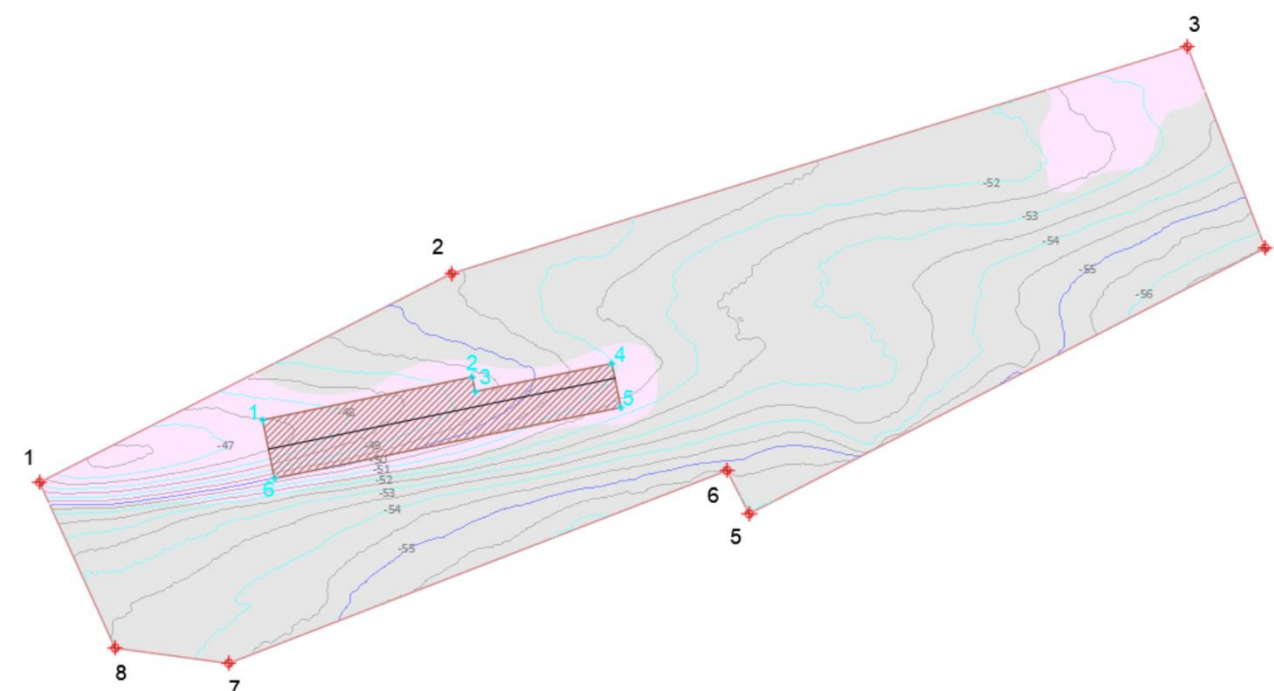


Figura 7. Zona de extracción con zona principal de dragado

PUNTOS REPLANTEO		
Nº Punto	Coord. X	Coord. Y
1	441614.773	4585841.663
2	442721.727	4586402.402
3	444698.943	4587011.551
4	444908.169	4586470.708
5	443521.472	4585757.482
6	443461.757	4585873.584
7	442122.915	4585356.196
8	441817.442	4585396.874

PUNTOS ZONA EXTRACCIÓN		
Nº	Coord. X	Coord. Y
1	442213.600	4586009.072
2	442776.899	4586124.479
3	442784.927	4586085.293
4	443152.297	4586160.558
5	443176.381	4586043.000
6	442245.713	4585852.328

Figura 8. Coordenadas de ubicación zona de extracción y zona de dragado

Para la regeneración de la playa, se rellenarán los primeros 65 metros de playa a una cota de 2,50 metros, para descender progresivamente hasta encontrar el perfil nativo de la playa. Tras el aporte de arena, esta sufrirá una recolocación natural por gravedad y oleaje, de forma que se reducirán estos 65 metros de arena depositada hasta los 60 metros de anchura para la playa.

En la siguiente figura, se representa el perfil de la playa nativo y tras el aporte de arena.

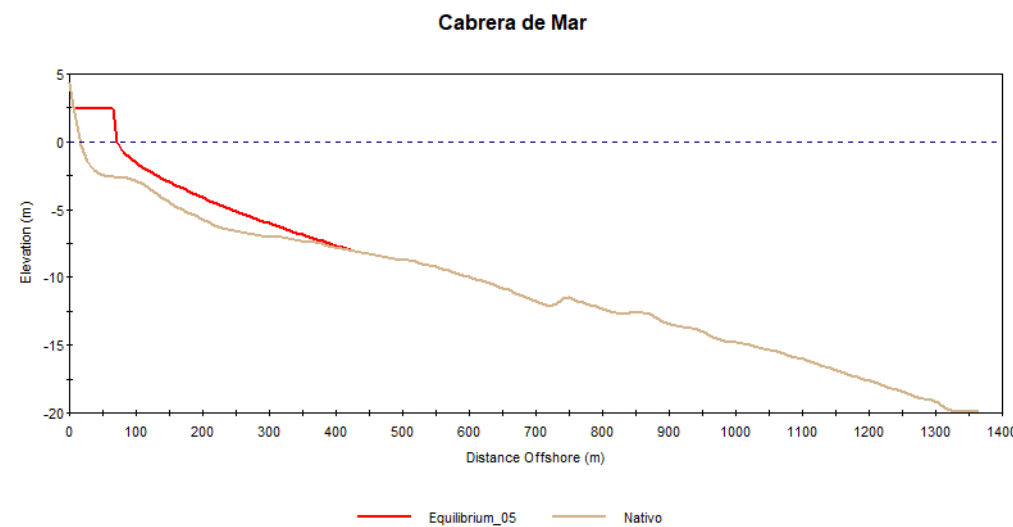


Figura 9. Perfil nativo de aporte

Para el estudio de los espigones, se ha realizado un análisis dimensional y se han estudiado distintos factores que afectan la estabilidad hidráulica del manto, la altura de ola de cálculo, la densidad relativa sumergida de las piezas y el talud. Para los diques no rebasables se ha analizado el ángulo de incidencia, la profundidad relativa a pie de dique, colocación de las piezas permeabilidad del núcleo y de otras capas granulares. Este estudio se encuentra realizado en el anejo 14 Cálculos justificativos y estructurales.

Los espigones arrancan con una orientación casi ortogonal a la línea de costa actual. Estarán situados a la cota máxima de la playa regenerada, minimizando en lo posible el empotramiento en la playa seca.

En avance, se ejecutará un camino formado por todo en uno y geotextil para dotarlo de mayor estabilidad estructural de 6 metros de ancho en coronación hasta la longitud de morro, siendo quitado en retirada mediante pala giratoria, para la colocación de las diferentes capas que protegen al núcleo.

El espigón 1, es el situado más al oeste de los 3 que se construyen. Tiene una longitud hasta el pie de talud del morro de 174,90 metros. Con una forma similar, el espigón 2 se situado en la parte central de la zona de actuación. Tiene una longitud de 149,50 metros, está situado a 390 metros del espigón 1 y a 305 metros del espigón 3.

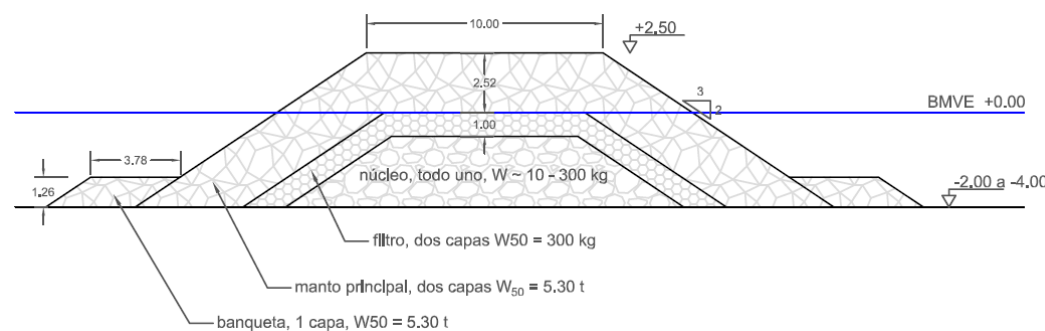


Figura 10. Sección tipo de los espigones 1 y 2

El espigón 3, situado en la zona más oriental del proyecto, es el de mayor dimensión de los tres que se realizan. Tiene una longitud de 244,39 metros y una sección variable, estando los primeros 96 metros emergidos a una cota de coronación de 2,50 metros, para después pasar a secciones de -1, -3 y -5 metros de coronación respectivamente.

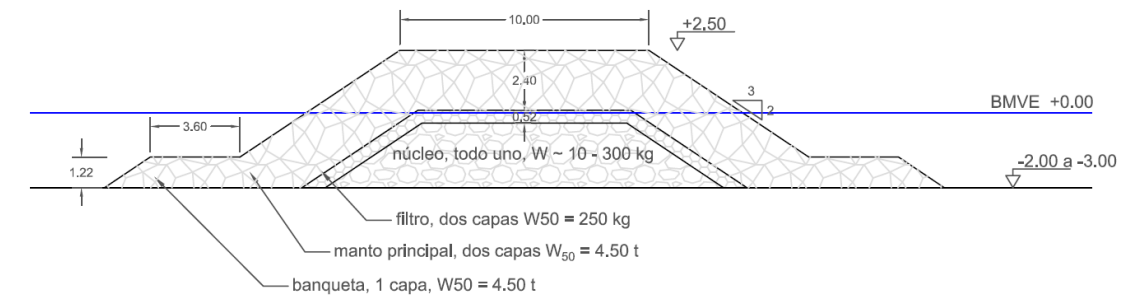


Figura 11. Sección tipo del espigón 3 parte emergida

Finalmente obteniendo una superficie de playa seca nueva en la zona de actuación de 65.110 m² repartidos en los 1.135 metros donde se actúa dentro de los 1.660 metros que separan ambos límites de la zona de actuación.

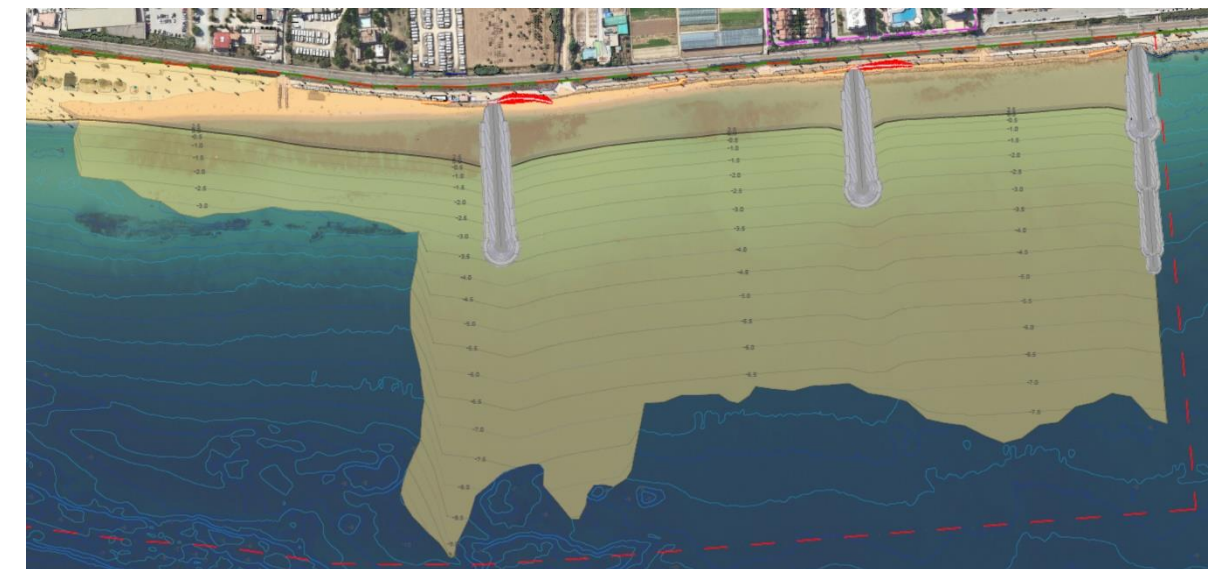


Figura 12. Representación de la playa regenerada y los nuevos espigones

Una vez descritas las diferentes partes que van a conformar las obras de este proyecto, se plantea el procedimiento de ejecución de las mismas, describiéndose a continuación el faseado de las obras.

Se han contemplado 8 fases constructivas, planteándose de la siguiente forma:

- Fase 1. Inicio ejecución espigón 3.

Se decide comenzar las obras construyendo el espigón más al este de la zona de proyecto, ya que este es el de mayores medidas y mayor volumen de material, y por tanto, el material de relleno provisional necesario, una vez acometido el espigón, puede ser reutilizado para el resto de los espigones.

Por tanto, en esta fase se tiene el aporte de material de relleno provisional para la formación del espigón, teniendo esta una cota de coronación de +1.00 y llegando a una cota de -7.00.



Figura 13. Fase de ejecución 1

- Fase 2. Ejecución espigón 3 e inicio espigón 2.

En esta fase se procede a la construcción definitiva de la escollera del espigón 3, comenzando desde la punta del mismo hasta alcanzar la zona media. Parte del material recuperado del relleno, se emplea para comenzar la construcción del espigón 2, cuyo relleno provisional va desde una cota de coronación de +1.00 hasta una cota de -4.70.

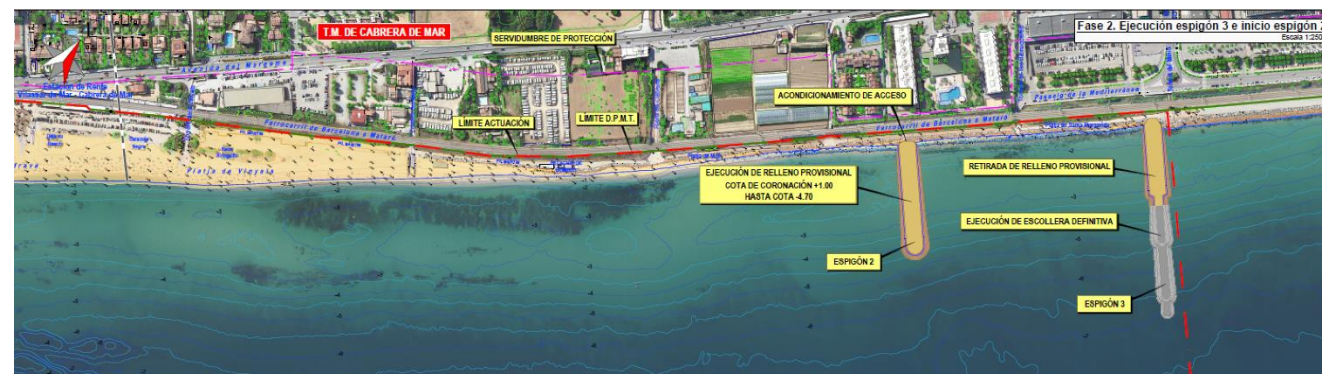


Figura 14. Fase de ejecución 2

- Fase 3. Inicio espigón 1, ejecución espigón 2 y finalización espigón 3.

En esta fase, se termina de construir la escollera del espigón 3, recuperándose todo el material de relleno. El espigón 2 se ha de construir su escollera definitiva hasta la mitad del mismo. Y se comienza a aportar el relleno provisional del espigón 1, con una cota de coronación de +1.00 hasta cota de -4.70.



Figura 15. Fase de ejecución 3

- Fase 4. Ejecución espigón 1 y finalización espigón 2.

Se termina la construcción de la escollera definitiva del espigón 2 y se comienza la construcción de la escollera del espigón 1.



Figura 16. Fase de ejecución 4

- Fase 5. Finalización ejecución espigones.

Finalmente, en esta fase, se da por concluido la construcción de las escolleras de los 3 espigones.



Figura 17. Fase de ejecución 5

- Fase 6. Aporte de arena para formación de playa.

Una vez construidos todos los espigones, se procede al relleno de arena que conformará el perfil de la playa regenerada hasta la cota +0.00. Aquí comienzan los trabajos de dragado para obtener la aportación de arena necesaria.



Figura 18. Fase de ejecución 6

- Fase 7. Relleno y nivelación de arena playa emergida.

En esta fase, se continua con el aporte de arena para la regeneración de la playa, llegando de la cota +0.00 hasta la -6.50 aproximadamente. Mientras se está aportando arena en estas profundidades, se procede a la nivelación de la playa para conseguir el perfil de equilibrio necesario.

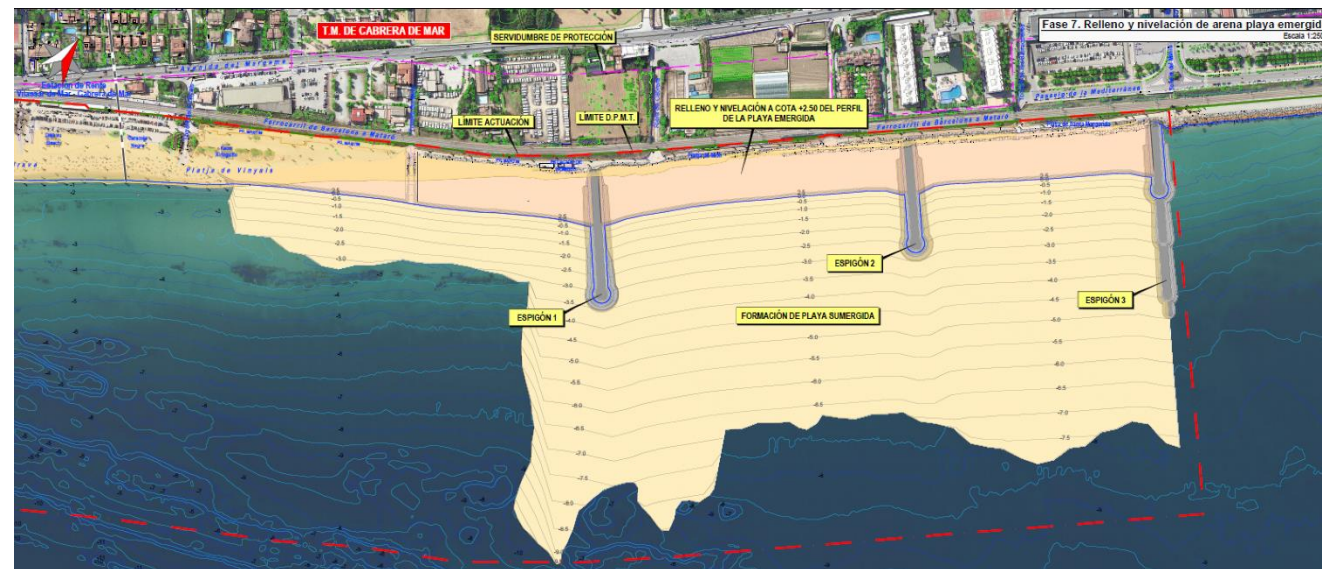


Figura 19. Fase de ejecución 7

- Fase 8. Ejecución obras complementarias.

Una vez realizado todos los trabajos que componen el motivo del presente proyecto, se procede a realizar las obras complementarias. Estas son: la realización de dos rampas de acceso a la playa; la reposición de otras 2 debido a su mal estado; y la construcción de 2 escolleras a la salida de las ramblas existentes, así como la mejora de una de las existentes. Estos trabajos complementarios se pueden consultar en profundidad en el Anejo 16. Reposición de servidumbres, afecciones y nuevas estructuras, del presente proyecto.

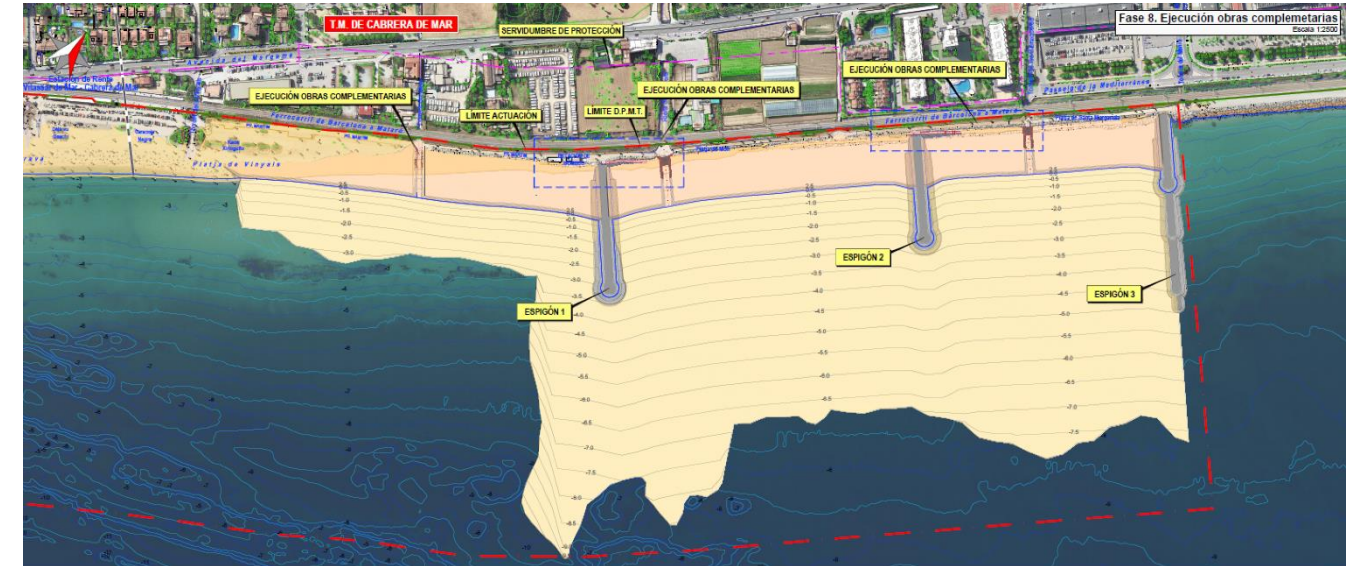


Figura 20. Fase de ejecución 8

3.3. DISEÑO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

En el anejo 14 se exponen los fundamentos y cálculos justificativos y estructurales de los diferentes elementos del presente proyecto, poniendo especial atención en el diseño de la playa y de los diferentes espigones.

3.3.1. DISEÑO DE PLAYA

Para el diseño de la playa se ha adoptado la metodología siguiente:

1. Diseño del perfil transversal.
2. Diseño del espigón norte, recto, con una zona emergida y otra sumergida, de forma que la berma esté protegida por la parte emergida y el perfil sumergido se apoye en la zona sumergida, dejando un resguardo en dirección al mar. Este espigón será una barrera total respecto al transporte de sedimentos longitudinal.
3. Diseño del espigón sur, como barrera parcial (no cubrirá el perfil completo).
4. Planta de la playa.

Para modelizar la playa se ha empleado una aplicación propia en entorno MATLAB®, de forma que se utilizan los puntos de la trasplaya dos a dos, obteniéndose el vector de dirección de cada tramo; tras ello se obtiene el vector perpendicular (u, v) y conociendo la distancia de las batimétricas a partir del perfil de aporte teórico, se obtienen las coordenadas $x = x_t + d \cdot u$; $y = y_t + d \cdot v$; d es la distancia de la línea de base a cada línea batimétrica.

De esta forma se obtiene la superficie teórica que se muestra en la figura 32. La figura 33 muestra los puntos calculados del relleno. Esta figura se puede densificar tanto como se desee, simplemente, obteniendo más puntos en la línea de base de la playa.

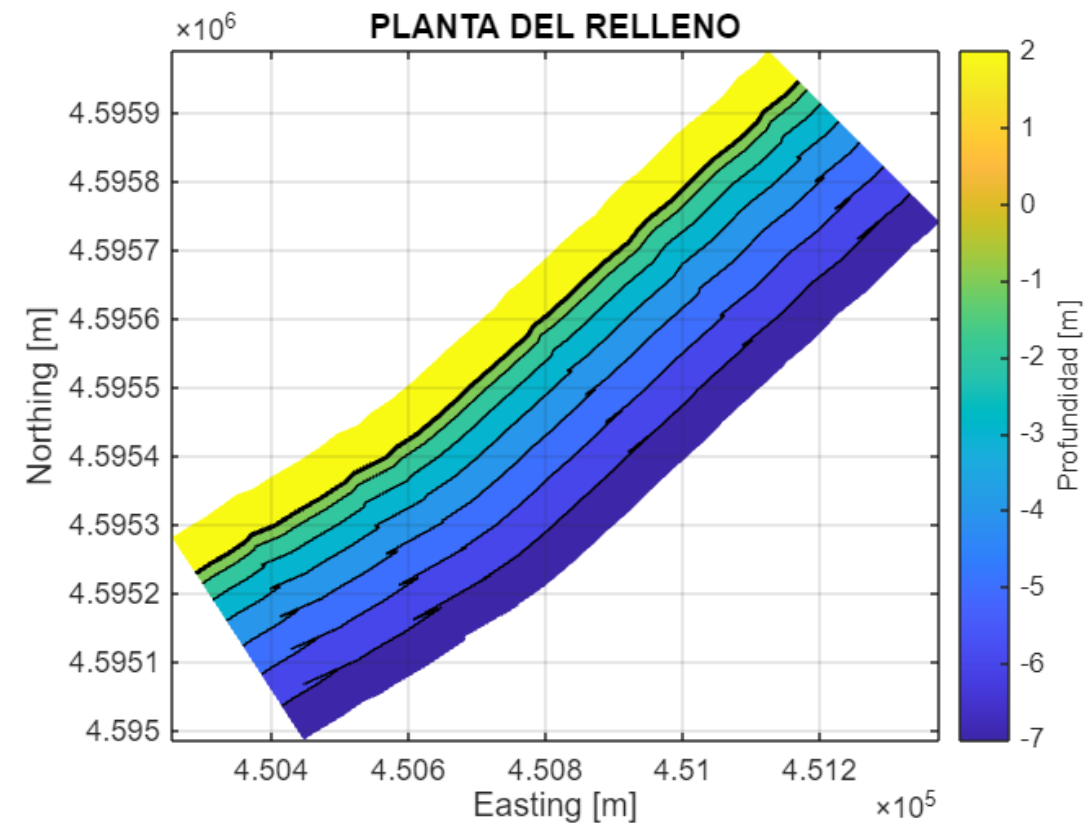


Figura 21. Superficie teórica de aporte

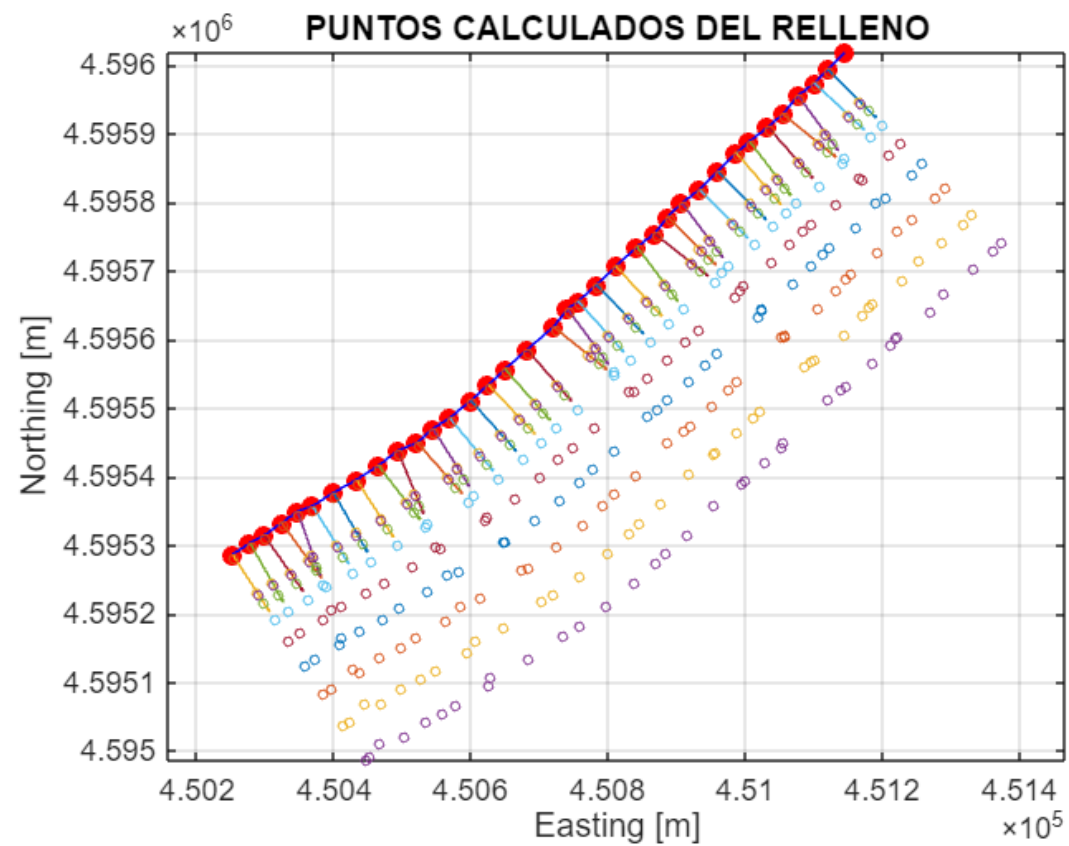


Figura 22. Puntos calculados del relleno

A partir de estos cálculos se edita la batimetría actual, obteniéndose el modelo digital de elevaciones que se muestra en la figura 34. El espigón norte introducido se define en la sección siguiente.

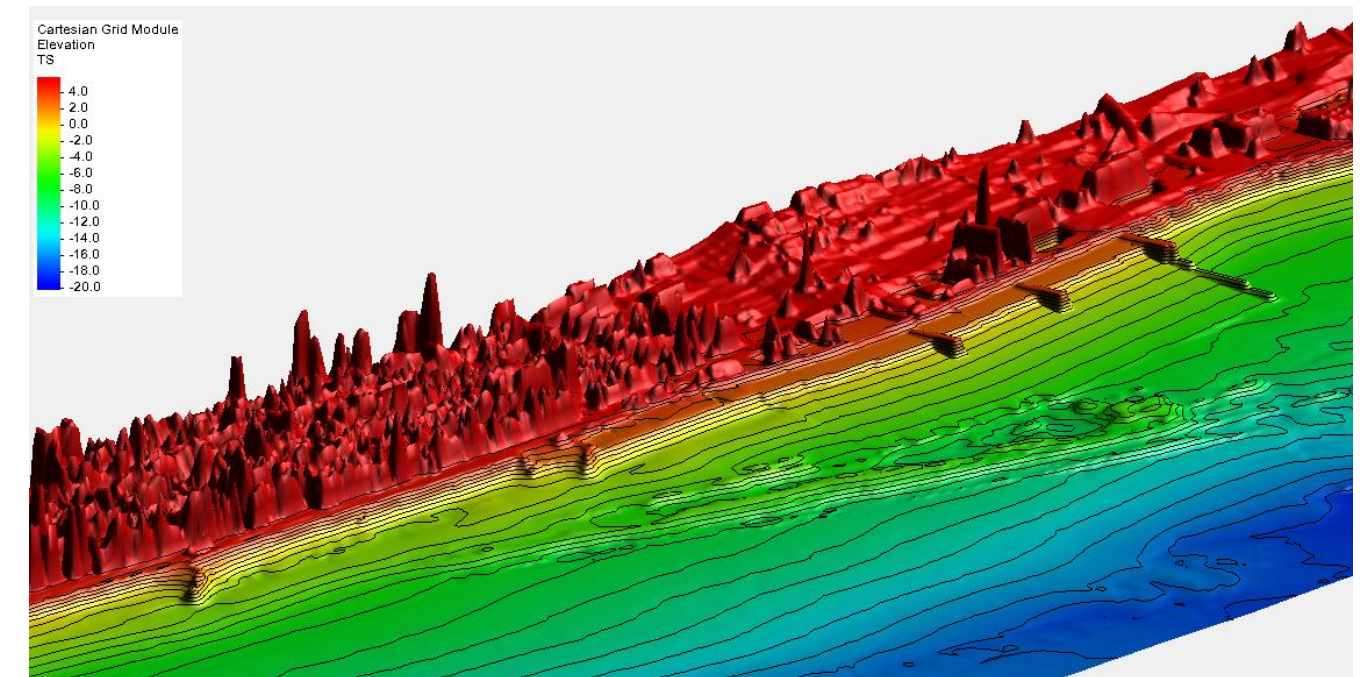


Figura 23. Modelo digital de elevaciones de la alternativa de cálculo

3.3.2. PERFIL TRANSVERSAL

Para el diseño del perfil transversal se ha empleado el perfil medio actual de la playa, se le ha dotado de una berma de 65 m de ancho, a cota +2.50, se ha alcanzado la línea de orilla descendiendo con un ángulo de 30°, y se ha adoptado un perfil de Dean para un tamaño medio del grano $D_{50} = 0.50$ mm.

Se ha empleado el software BMAP¹, desarrollado por el USACE.

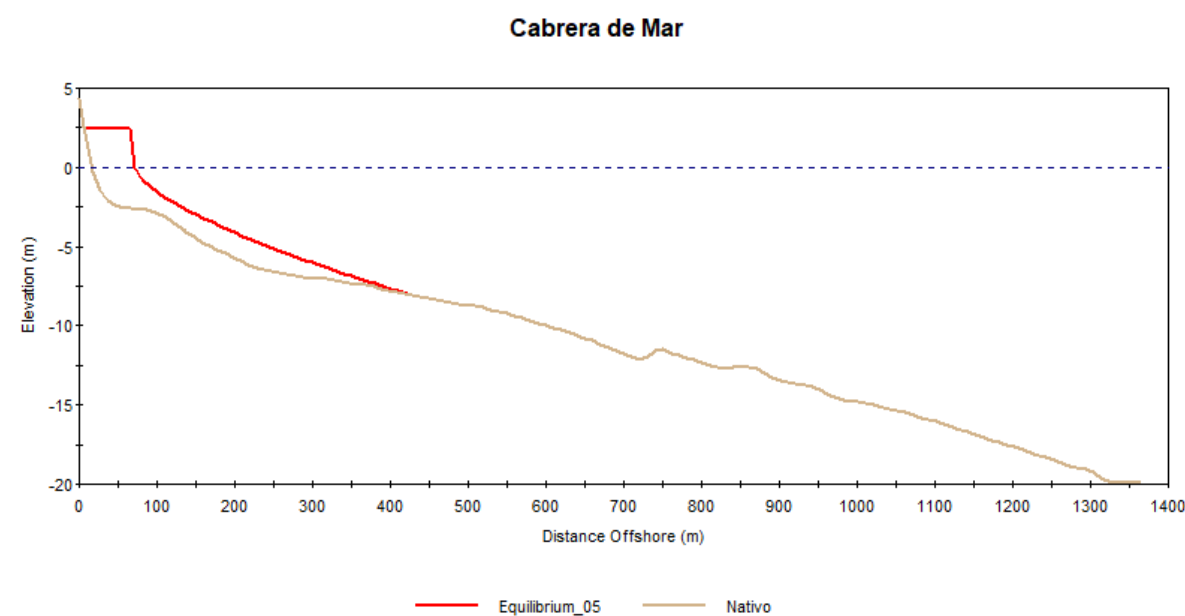


Figura 24. Perfiles nativo y de aporte

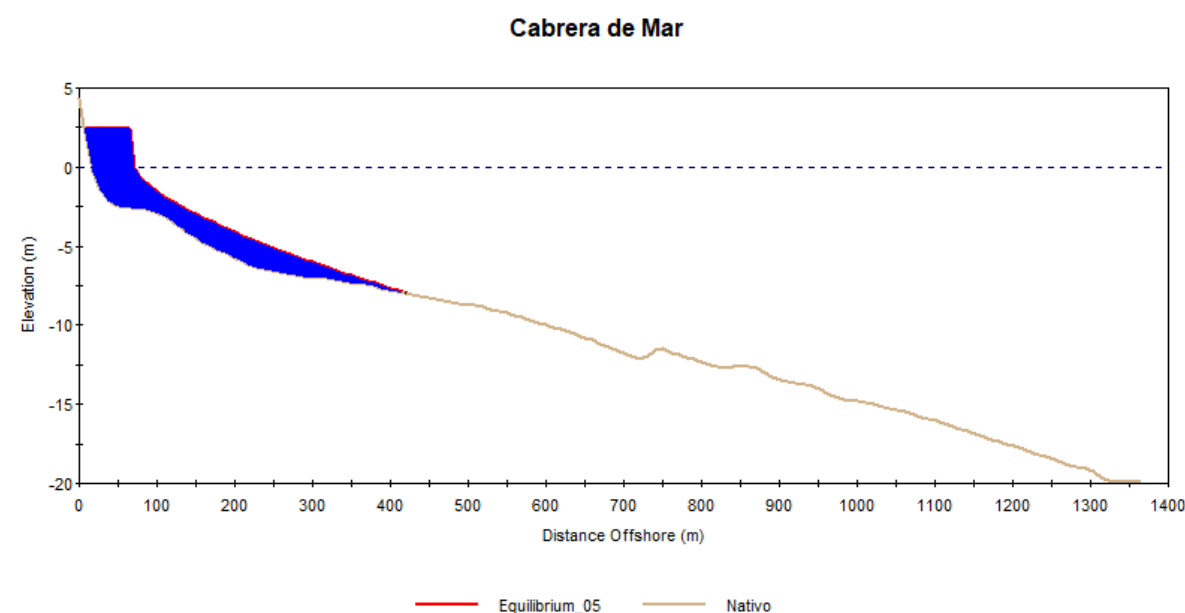


Figura 25. Dotación del perfil de aporte

La dotación de este aporte se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1. Cubicación del perfil de aporte

Profile 1:	Nativo					
Profile 2:	Equilibrium_05					
XOn:	0.00 m					
XOff:	1366.06 m					
Volume Change:						
Above Datum:	143.852 cu. m/m					
Below Datum:	496.964 cu.m/m					
Total Volume:	640.815 cu.m/m					
Shoreline Change:	54.79 m					
From:	15.54 m					
To:	70.33 m					
Cell Changes:						
Cell #	Ending Distance(m)	Ending Elevation(m)	Cell Volume(cu. m/m)	Cell Thickness(m)	Cumulative Volume(cu. m/m)	Gross Volume(cu. m/m)
1	5.47	2.58	0.000	0.00	0.000	0.000
2	418.44	-7.95	640.891	1.55	640.891	640.891
3	1366.06	-19.90	-0.077	-0.00	640.813	640.968

La dotación es **V = 641 m³/m**. El avance de la línea de orilla es de 51.90 m; el ancho de la berma, a cota +2.50, es **B = 60.28 m** en la zona horizontal. Si se incluye el talud, **B = 64.61 m**.

3.3.2.1. Evolución del perfil transversal

Se ha modelizado el perfil transversal de la playa con el modelo SBEACH para dos escenarios diferentes:

- Régimen medio de oleaje, empleando la altura de ola con probabilidad de no superación del 70%, actuando durante 150 horas ininterrumpidas.
- Régimen extremal de oleaje, empleando el oleaje de cálculo utilizado para el dimensionamiento resistente de los espigones, actuando durante 10 horas continuadas.

Los resultados se muestran a continuación:

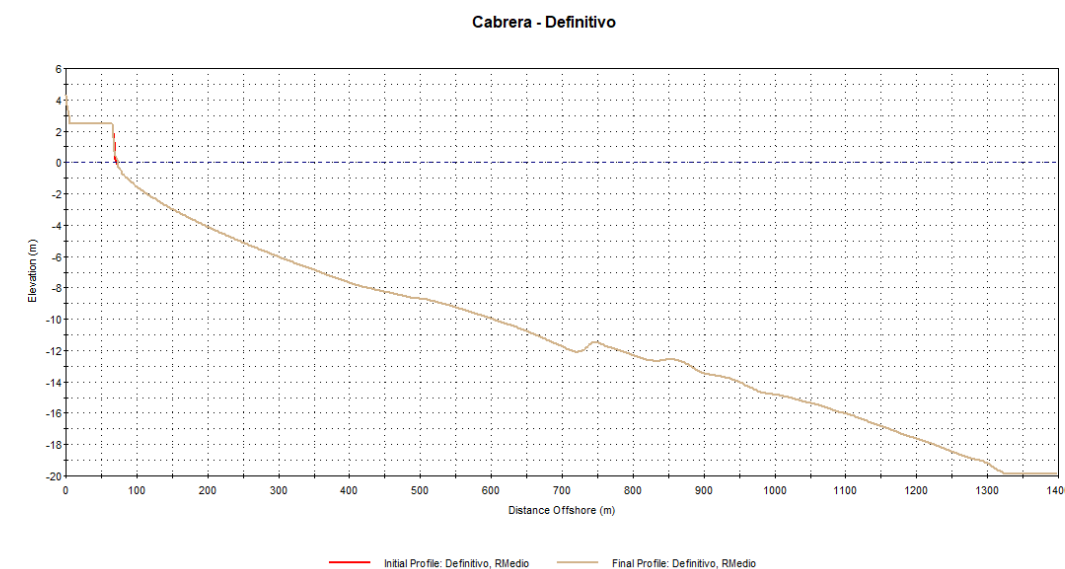


Figura 26. Evolución del perfil transversal en el escenario A

¹ Beach Morphology Analysis Tools

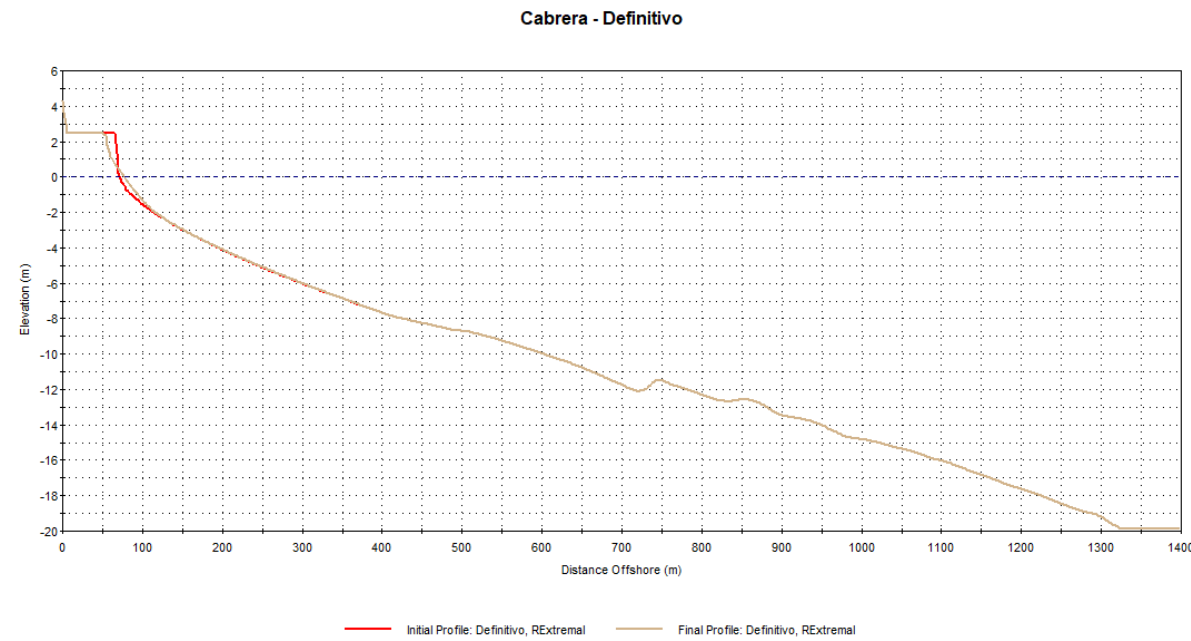


Figura 27. Evolución del perfil transversal en el escenario B

Resultados:

- A. Apenas hay movimiento. El movimiento calculado de la línea de orilla es de 1.7 m, y el intercambio de material de apenas 0.3 m³/m.
- B. La línea de orilla retrocede unos 6.0 m. No se produce pérdida de material, dado que se erosionan unos 17 m³/m. que se depositan en la barra sumergida. Este material es susceptible de recuperarse durante el verano. El movimiento se produce hasta la isobata -3.

3.3.3. ESPIGONES

3.3.3.1. Norte

A partir del perfil tipo de aporte se ha dibujado la coronación del espigón norte. Se muestra un esquema en la figura

35. Consta de los tramos siguientes:

1. Tramo con coronación a cota + 2.50, entre el arranque y la batimétrica -1.00. L = 87 m
 2. Tramo con coronación a cota -1.00, entre las batimétricas -1.00 y -3.00. L = 65 m
 3. Tramo con coronación a cota -3.00, entre las batimétricas -3.00 y -6.00. L = 148 m
 4. Tramo con coronación a cota -6.00, entre las batimétricas -6.00 y -7.00. L = 60 m
- La longitud total del espigón es de 360 m.

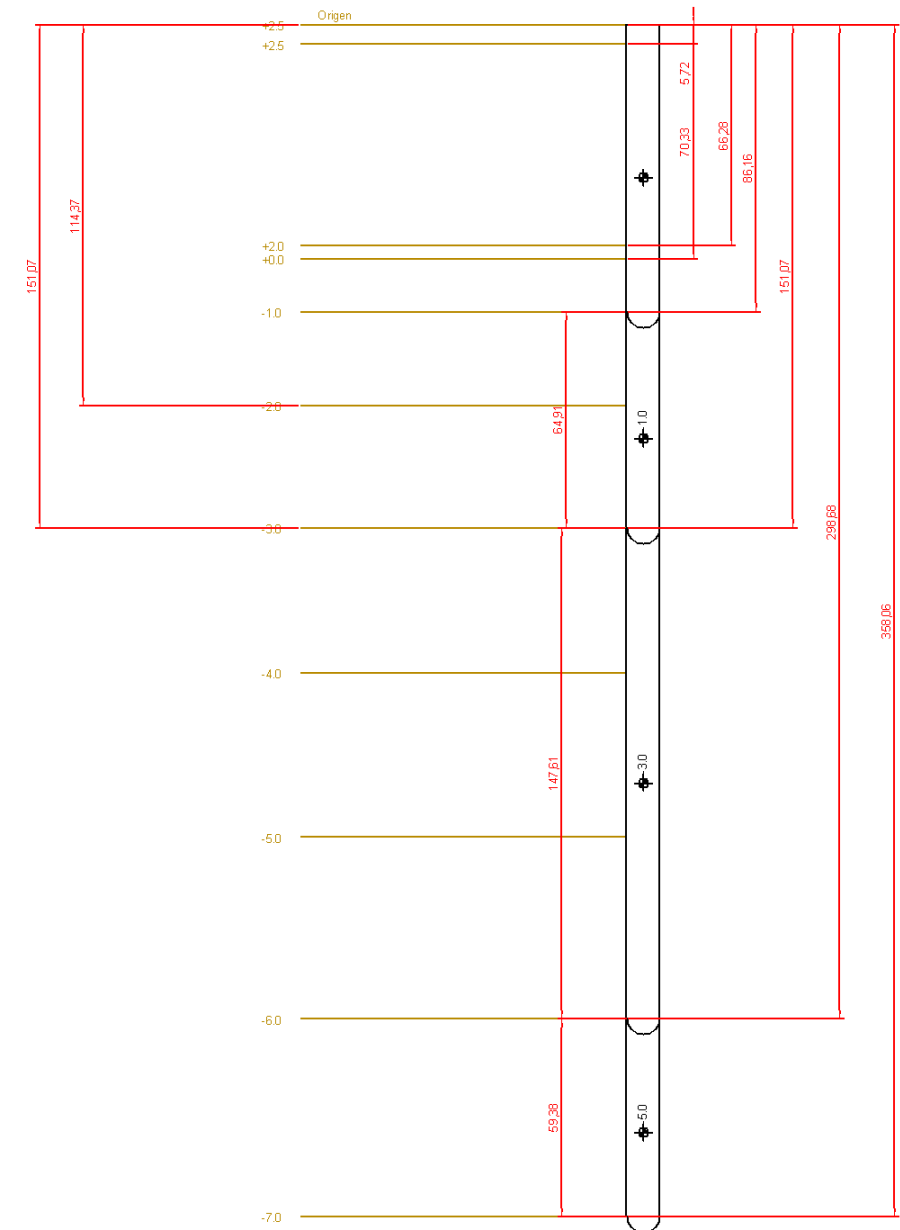


Figura 28. Esquema del espigón norte con relación a las líneas de nivel del perfil tipo de aporte

3.3.3.2. Cortos

Se calculan seguidamente los dos espigones cortos, empleando la formulación de (van der Meer, 1.988a).

Ha de recordarse que el morro debe llevar un 50% adicional de peso en el manto principal, con el consiguiente incremento de tamaño en las capas de filtro.

Los resultados se encuentran en el anejo 14. Cálculos justificativos y estructurales.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Tras haber analizado el clima marítimo, la dinámica litoral y el cálculo estructural, junto al análisis de los trabajos previos, ya se cuenta con los criterios necesarios para la presentación de las alternativas objeto de estudio.

Se analizan siete alternativas. Básicamente se combina la estructura con sección convencional (con núcleo de todo uno, filtro y manto) y dos tipologías diferentes (espigón y dique exento).

- Alternativa 00: No actuación en el ámbito de actuación, manteniendo la dinámica actual.
- Alternativa 01: Alimentación artificial a lo largo de la playa de Cabrera de Mar. Esta alternativa, al no cambiar el equilibrio en el balance de sedimentos, se verá expuesto a la dinámica litoral existente actualmente en la zona de actuación.
- Alternativa 02: Alimentación artificial junto a la construcción de espigón perpendicular a la costa, sin llegar a la profundidad de cierre, y con forma curva con concavidad hacia poniente, en el extremo oriental de la playa de Cabrera de Mar.
- Alternativa 03: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigones. Esta alternativa consiste en la construcción de tres espigones, dos de ellos cortos formados por un tramo recto y un tercero con un tramo final curvo en dirección sur.
- Alternativa 04: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigón y dique exento. El espigón es perpendicular a la costa, sin llegar a la profundidad de cierre, y con forma curva con concavidad hacia poniente. El dique exento se ubica en el vértice de convexidad de la línea de costa con objeto de fijar y estabilizar la costa en dicho punto.
- Alternativa 05: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigón y dique exento. En continuación con la alternativa 04, se complementa con un nuevo dique en la zona del espigón de Levante, con el objeto de fijar esa zona de costa con respecto temporales del sur.
- Alternativa 06: Con el mismo objetivo que la alternativa 05, se configura ésta. La diferencia reside en la sustitución del dique en la zona del espigón de Levante, por un apéndice que sale de éste para conferir de mayor estabilidad ante temporales del sur.
- Alternativa 07: Complementando a la alternativa 03 estudiada, se rigidiza la alimentación artificial de la playa mediante espigones. Los tres espigones serán rectos, siendo dos de ellos cortos y el más oriental será más largo mixto, con parte emergida y parte sumergida.

4.1. ALTERNATIVA 00: NO ACTUACIÓN.

Esta propuesta consistiría en no realizar ninguna estructura de defensa, pero realmente para este proyecto es inviable puesto que el objeto recoge de manera explícita la estabilización de la línea de costa, siendo necesaria la ejecución de alguna estructura para defensa de la misma. Así mismo, esta alternativa haría desaparecer la playa existente.

4.2. ALTERNATIVA 01: ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL.

4.2.1. DEFINICIÓN

Esta propuesta consistiría en la alimentación artificial de la misma sin la inclusión de ningún otro elemento rigidizador.



Figura 29. Planta aproximada de la Alternativa ALT01

De este modo, el balance sedimentario se mantendría según lo establecido en el anejo de dinámica litoral. Definida en la siguiente tabla:

Tabla 2. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio

Perfil	Q [m³/año]			
	Sector E	Sector S	Neto	Bruto
P-1	5,521.06	3,194.93	2,326.13	8,715.98
P-2	7,165.13	5,201.78	1,963.35	12,366.92
P-3	10,171.61	6,731.88	3,439.73	16,903.49
P-4	12,286.36	2,674.24	9,612.12	14,960.60

De este modo, esta alternativa precisaría del aporte periódico de arenas para equilibrar la pérdida de material en el tramo de costa de estudio.

El volumen unitario es $V \sim 190 \text{ m}^3/\text{ml}$. Suponiendo un factor de sobrellenado (James, 1975) de 1.2, se obtiene un volumen de aportación, considerando una longitud de actuación de 1.176 m, $V \sim 270.000 \text{ m}^3$.

4.3. ALTERNATIVA 02: ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL CON ESPIGÓN.

4.3.1. DEFINICIÓN

Dada la morfología de la línea de costa, para la implantación de esta alternativa en el ámbito de la zona de trabajo, requiere la limitación espacial por el NE mediante un espigón de apoyo. De este modo, mediante el cálculo de la planta de equilibrio, se puede estimar la viabilidad del mismo.

Se muestra la planta propuesta en la siguiente figura:

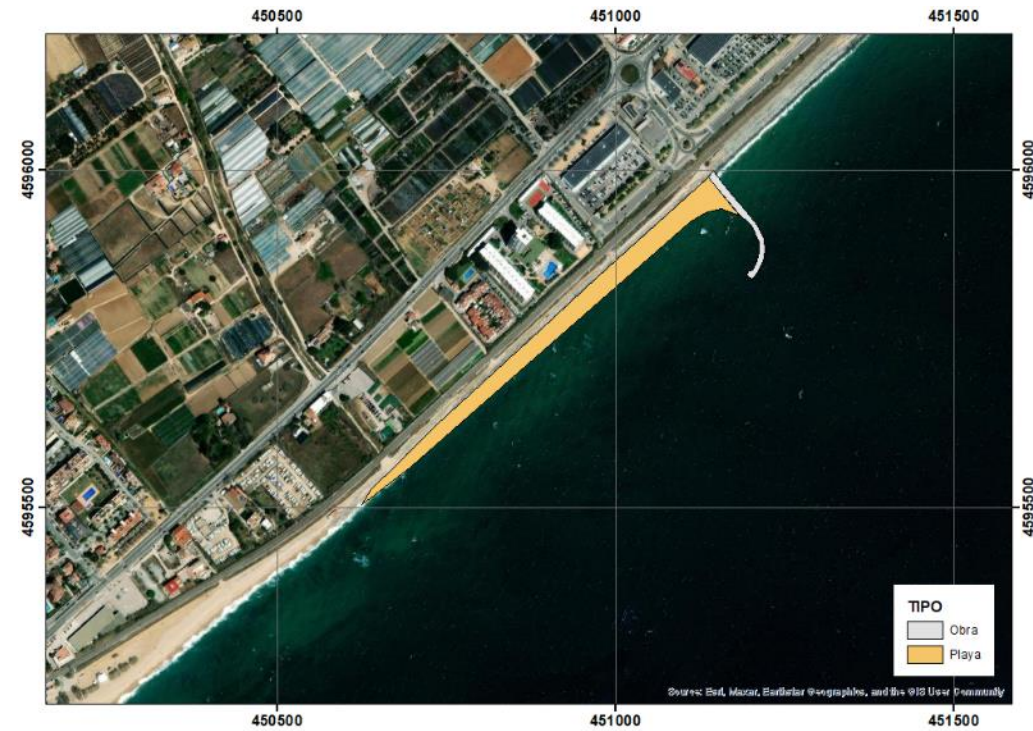


Figura 30. Planta aproximada de la Alternativa ALT02

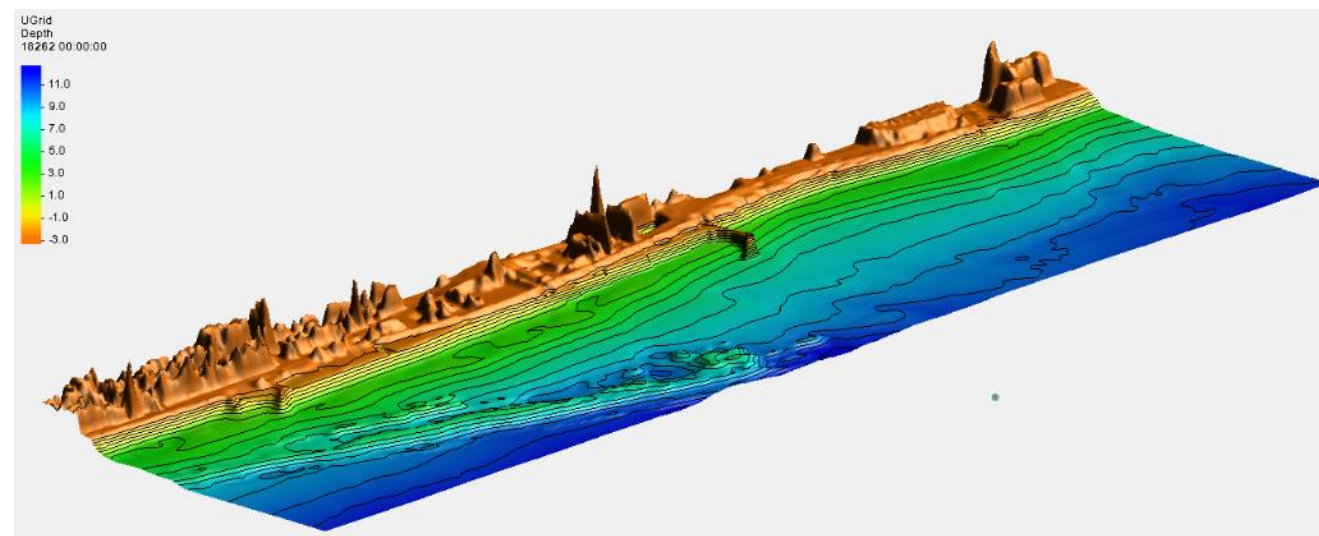


Figura 31. Vista 3D Alternativa ALT02

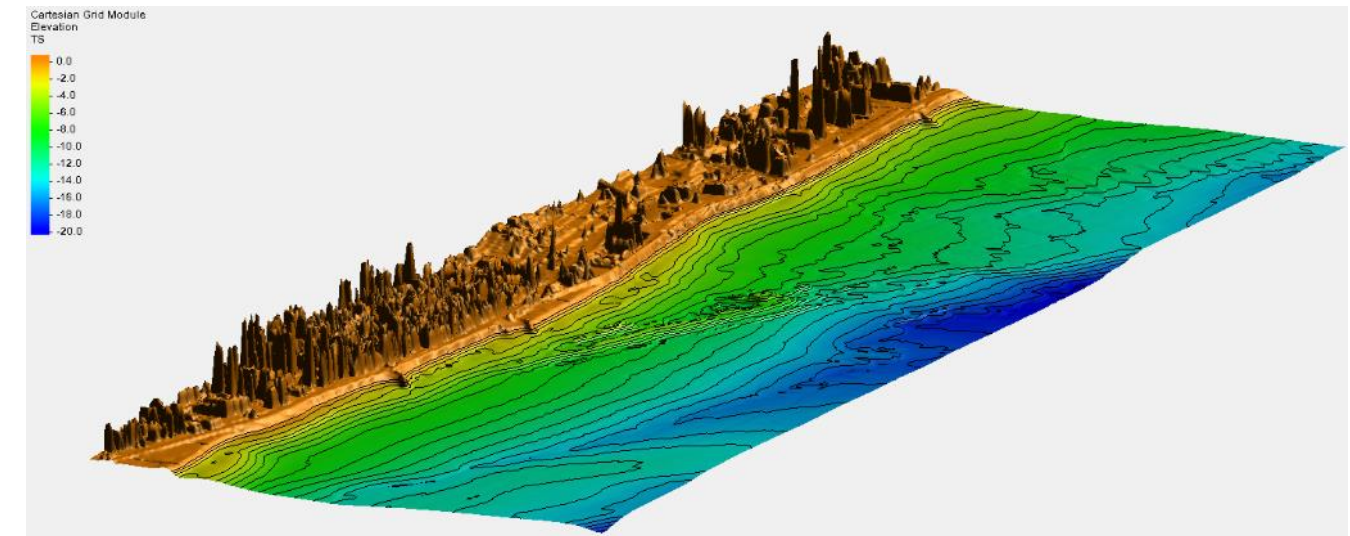


Figura 32. Vista 3D Situación actual

4.3.2. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RELLENO

Los perfiles nativo y de aporte se muestran en la figura siguiente.

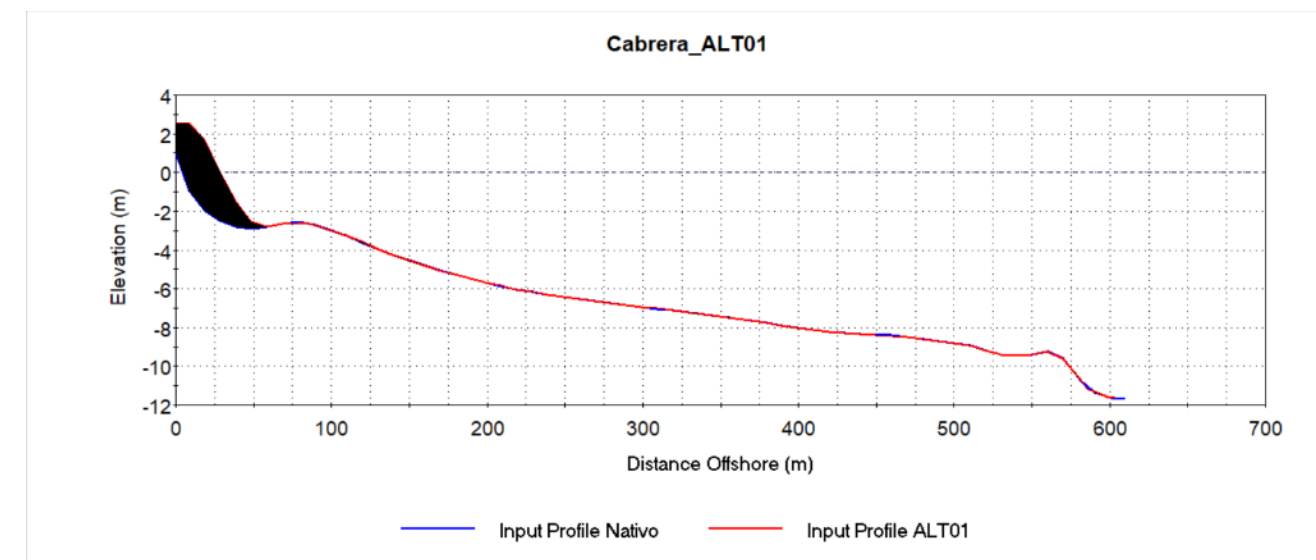


Figura 33. Estimación de los perfiles

El volumen unitario es $V \sim 190 \text{ m}^3/\text{ml}$. Suponiendo un factor de sobrellenado (James, 1975) de 1.2, se obtiene un volumen de aportación, considerando una longitud de actuación de 1.176 m, $V \sim 270.000 \text{ m}^3$.

4.3.3. DEFINICIÓN PRELIMINAR DEL ESPIGÓN

La altura de ola de cálculo es $H_s = 4.70 \text{ m}$.

Tabla 3. Dimensionamiento preliminar del espigón.

MANTO PRINCIPAL DE BLOQUES CÚBICOS	

Ns	= 1.88 [-]
Nod	= 0.50 [-]
Nz	= 3349 [olas]
Dn	= 1.76 [m]
W50	= 13.94 [t] en tronco
W50	= 20.90 [t] en morro
FILTRO	

W50	= [0.70, 0.93] [t]
Dn	= [0.64, 0.71] [m]

4.4. ALTERNATIVA 03: RIGIDIZACIÓN MEDIANTE ESPIGONES.

Siguiendo lo expuesto en las recomendaciones de las estrategias de actuación en el Maresme, se propone una rigidización total del tramo, con obras de defensa y aporte de arena, consistente en la construcción de tres espigones formados por un tramo recto con un tramo final curvo en dirección sur, para crear una playa en forma de bahía cerrada, con un volumen de aportación de aproximadamente unos 365.000 m³, sin tener en cuenta la arena existente.



Figura 34. Alternativa 3. Fuente: CEDEX.

4.4.1. DEFINICIÓN

Se muestra un esquema de esta alternativa en la siguiente figura



Figura 35. Esquema de la alternativa 3

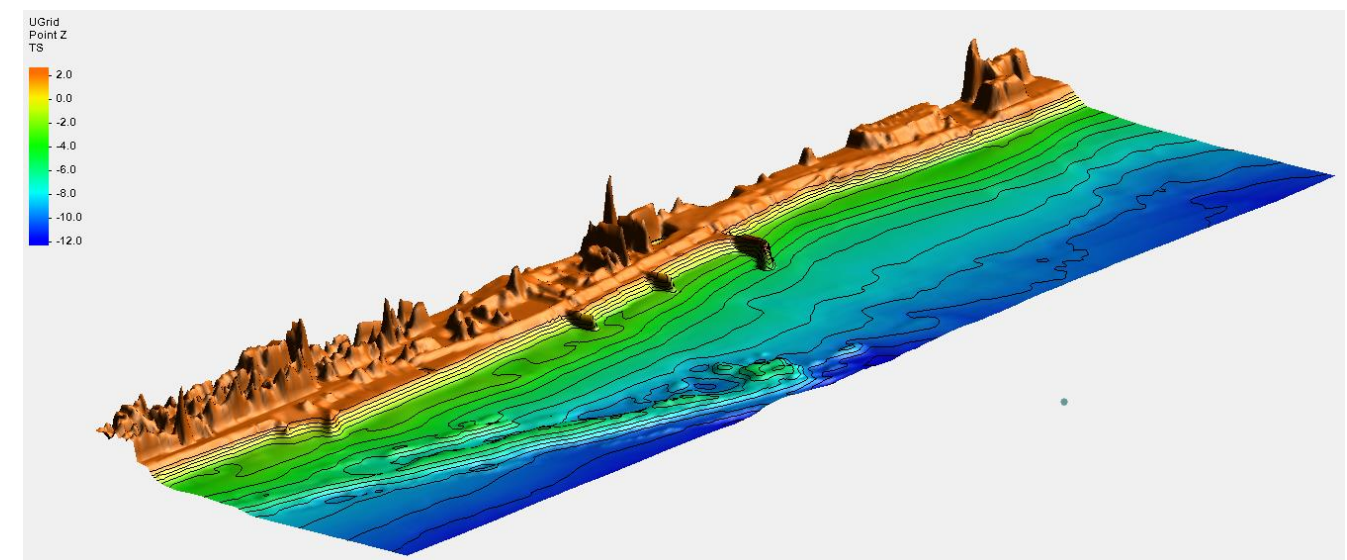


Figura 36. Vista 3D del modelo de la Alternativa ALT03

4.4.2. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RELLENO

Los perfiles aproximados se muestran en la siguiente figura:

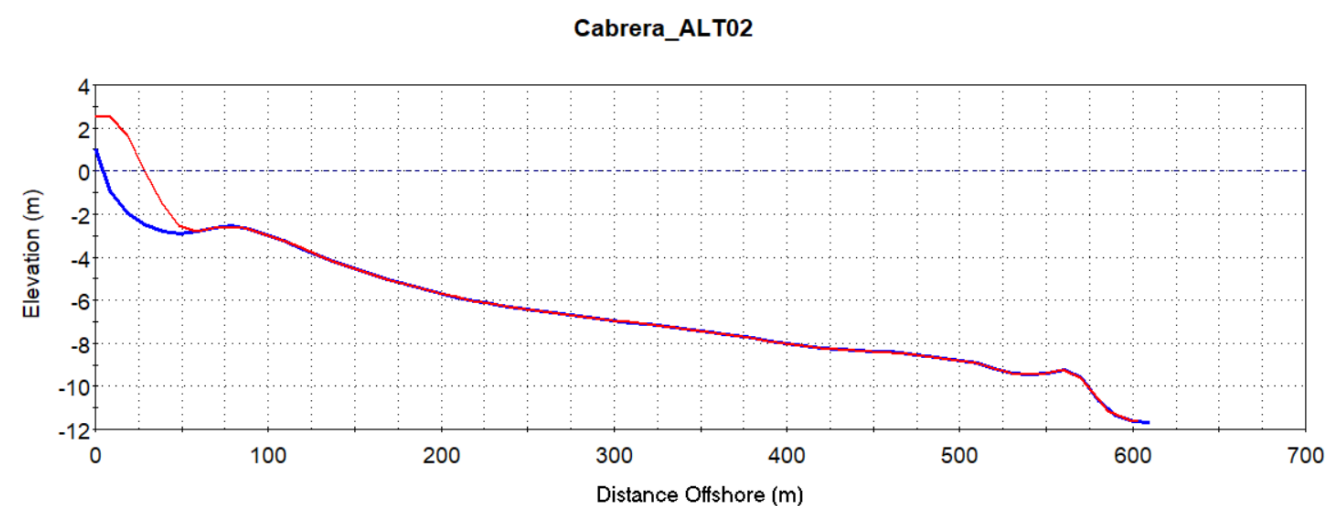


Figura 37 Estimación de los perfiles nativo y de aporte

La dotación estimada es de 200 m³/ml, con un avance de 25 m de la línea de orilla. Para una longitud de actuación de unos 675 m, ello resulta en una estimación ponderada de volumen: $V \sim 160.000 \text{ m}^3$. Se ha estimado un coeficiente de sobrellenado (que se calculará en el anejo de cálculos, siguiendo el método de (James, 1975)) $C = 1.20$.

4.4.3. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE ESPIGONES

Los espigones se han calculado empleando la formulación de (van der Meer, 1.988a).

Las alturas de ola de cálculo a lo largo de los espigones son las siguientes (ver anejo de clima marítimo):

- Espigón N: $H_s = 4.75 \text{ m}$
- Espigón central: $H_s = 2.54 \text{ m}$
- Espigón S: $H_s = 2.51 \text{ m}$

Las características se muestran a continuación. En el proyecto constructivo de la alternativa escogida, este diseño se puede optimizar, asumiendo otro nivel de averías y modificando la estructura a lo largo del espigón.

4.4.3.1. Espigón N

Tabla 4. Piezas para los espigones N.

MANTO PRINCIPAL DE BLOQUES CÚBICOS

 $N_s = 1.88 [-]$
 $N_{od} = 0.50 [-]$
 $N_z = 3341 [\text{olas}]$
 $D_n = 1.78 [\text{m}]$
 $W_{50} = 14.31 [\text{t}]$ en tronco
 $W_{50} = 21.47 [\text{t}]$ en morro
 FILTRO

$W_{50} = [0.72, 0.95] [\text{t}]$
 $D_n = [0.65, 0.71] [\text{m}]$

4.4.3.2. Espigones central y S

Tabla 5. Piezas para los espigones central y S.

MANTO PRINCIPAL CON OLEAJE NO CONDICIONADO POR EL FONDO

 Nº estabilidad: $N_s = 1.54$

$D_{n50} = 1.05 \text{ m}$
 $W_{50} = 3.06 \text{ t}$
 Espesor del manto = 2.10 m
 Filtro
 $W_{50} = 0.18 \text{ t}$
 Espesor del filtro = 0.82 m

4.5. ALTERNATIVA 04: RIGIDIZACIÓN MEDIANTE ESPIGÓN Y DIQUE EXENTO.

4.5.1. DEFINICIÓN

Se muestra la alternativa 04 en la siguiente figura.

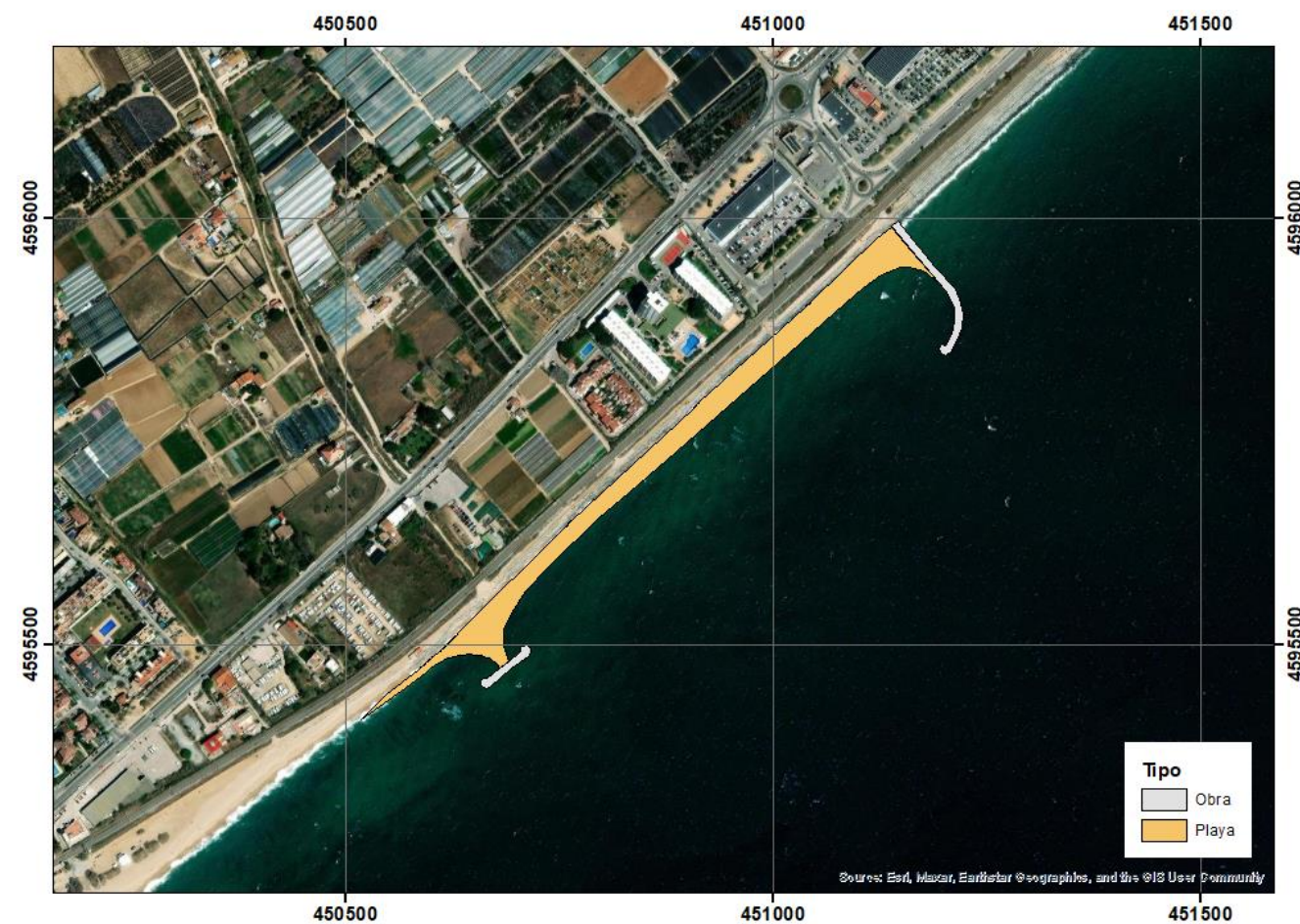


Figura 38 Definición de la alternativa 04

4.5.2. PLANTA DE EQUILIBRIO

Se ha aplicado la metodología expuesta en el anejo de estudio de alternativas para obtener una línea de orilla cercana a la planta de equilibrio. Calculada la parábola en el espigón norte de la zona de actuación, se obtiene:

Tabla 6. Cálculo de la bahía a la sombra del espigón norte

	theta	R
1	37	220.8500
2	47	179.8782
3	57	152.5296
4	67	132.9909
5	77	118.3394
6	87	106.9471
7	97	97.8362
8	107	90.3843
9	117	84.1762
10	127	78.9247
11	137	74.4247

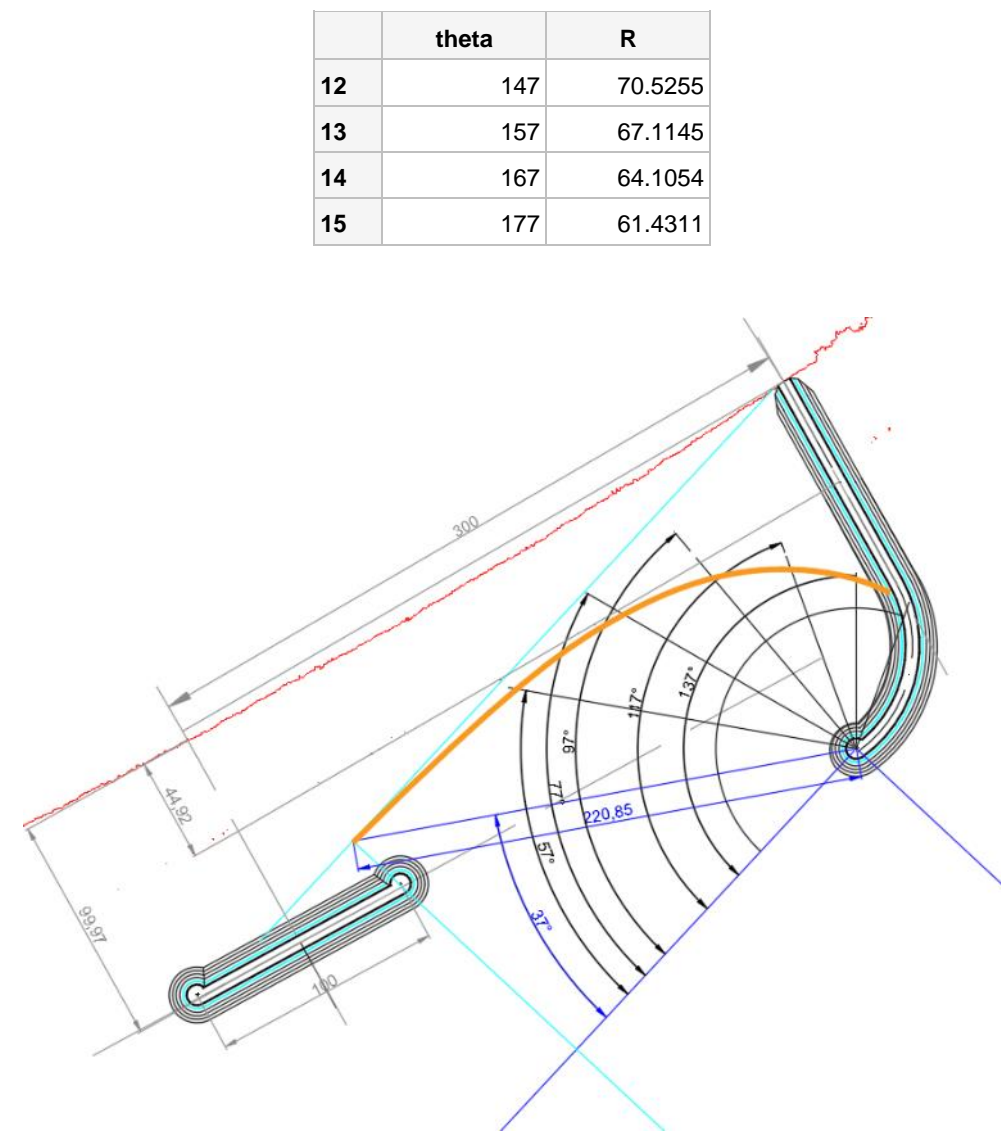


Figura 39. Ejemplo de construcción de la bahía de equilibrio producida por el espigón norte

Tabla 7. Bahía sur del dique exento

	theta	R
1	49	81.7100
2	59	70.7438
3	69	62.1420
4	79	55.2768
5	89	49.6947
6	99	45.0778
7	109	41.2009
8	119	37.9023
9	129	35.0631
10	139	32.5947
11	149	30.4295

	theta	R
12	159	28.5152
13	169	26.8109
14	179	25.2840
15	189	23.9083
16	199	22.6625
17	209	21.5291
18	219	20.4936
19	229	19.5439

Tabla 8. Bahía norte del dique exento

	theta	R
1	37	79.2700
2	47	64.5639
3	57	54.7477
4	67	47.7346
5	77	42.4757
6	87	38.3867
7	97	35.1165
8	107	32.4417
9	117	30.2135
10	127	28.3286
11	137	26.7133
12	147	25.3138
13	157	24.0895
14	167	23.0094
15	177	22.0496
16	187	21.1909
17	197	20.4181
18	207	19.7191
19	217	19.0837

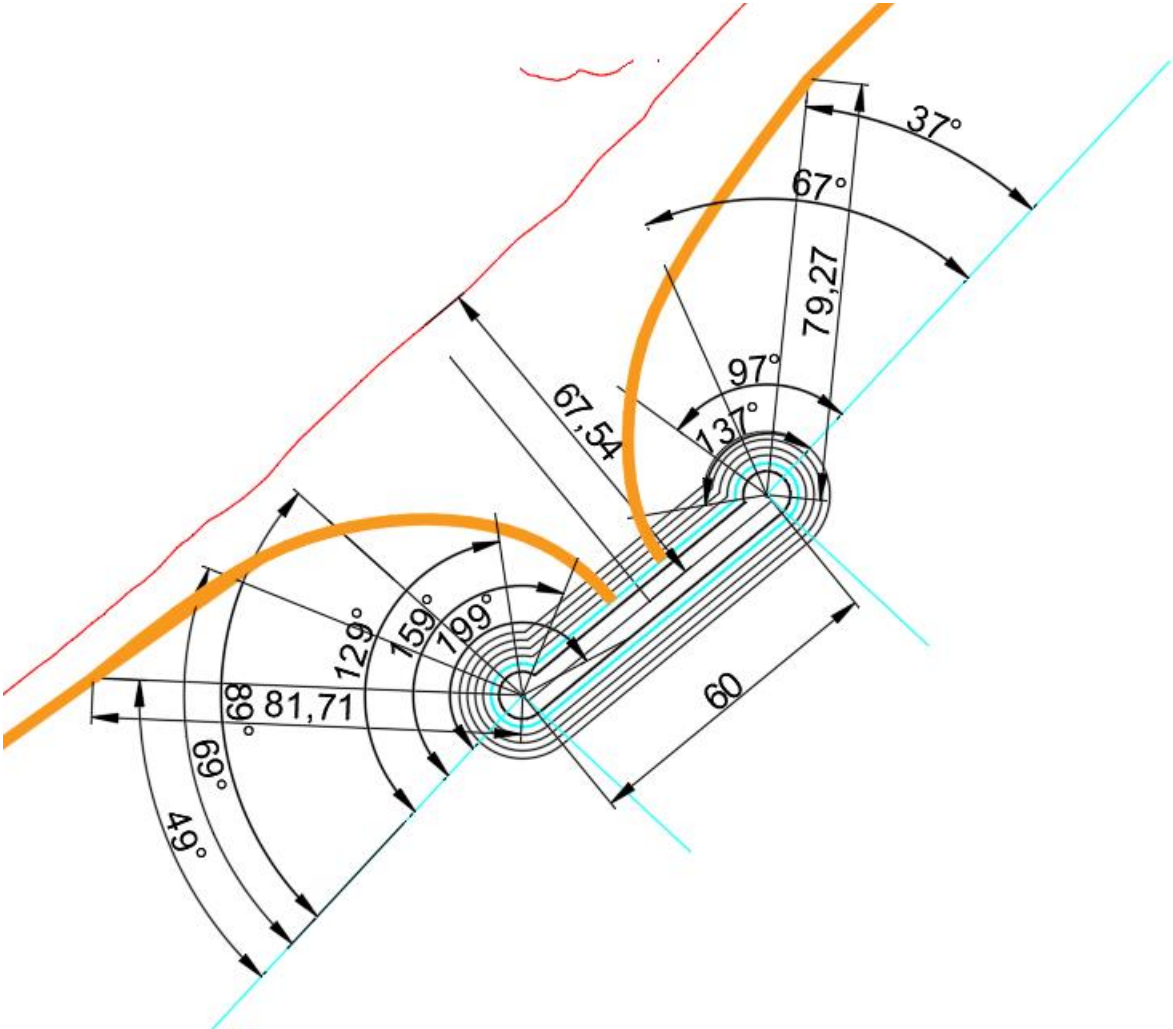


Figura 40. Ejemplo de cálculo del tómbolo del dique sur

Aparte de lo anteriormente indicado, el dique exento tendrá una longitud menor de su distancia a la costa (se estiman unos 60 m), de forma que genere un saliente / hemitómbolo, y no un tómbolo. Su cota de coronación debería ser lo más baja posible para no interrumpir la visión del mar.

4.5.3. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RELLENO

El esquema de perfiles se muestra a continuación.

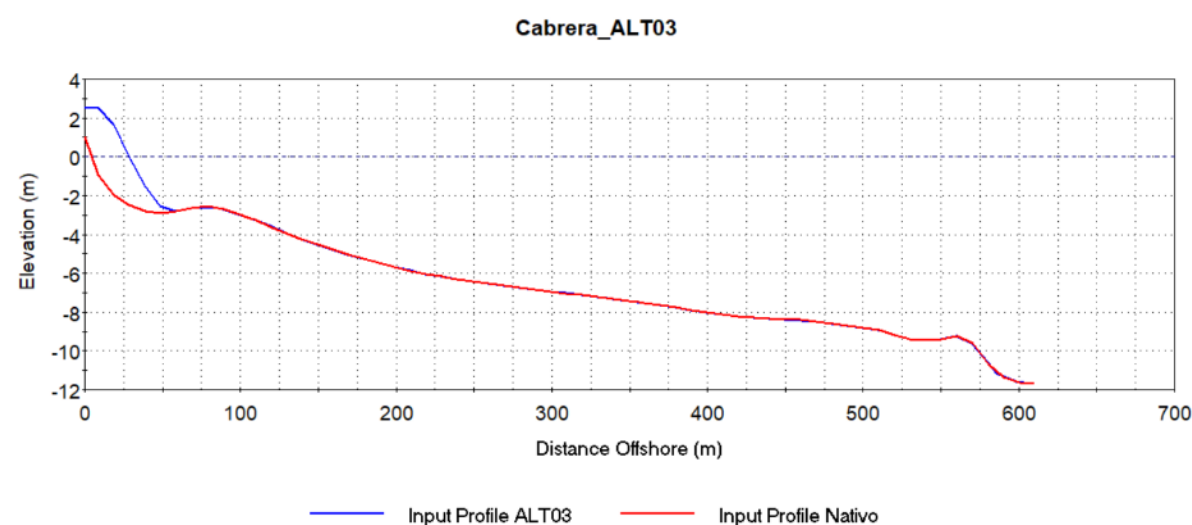


Figura 41 Esquema de perfiles transversales

Con un coeficiente de sobrellenado (James, 1975) $C = 1.2$, y una dotación $V \sim 250 \text{ m}^3/\text{ml}$, se obtiene un volumen de relleno aproximado: $V \sim 310.000 \text{ m}^3$.

4.5.4. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE DIQUES

A partir de la propagación del régimen extremal de oleaje, se calcula el tronco del manto principal.

4.5.4.1. Espigón N

El resultado del cálculo de las piezas del manto principal se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 9. Manto principal del espigón N.

MANTO PRINCIPAL DE BLOQUES CÚBICOS

 $N_s = 1.88 [-]$
 $N_{od} = 0.50 [-]$
 $N_z = 3397 [\text{olas}]$
 $D_n = 1.67 [\text{m}]$
 $W_{50} = 11.81 [\text{t}]$ en tronco
 $W_{50} = 17.71 [\text{t}]$ en morro
FILTRO

 $W_{50} = [0.59, 0.79] [\text{t}]$
 $D_n = [0.61, 0.67] [\text{m}]$

4.5.4.2. Dique exento

Los resultados para el dique exento se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 10. Resultados para el manto del dique exento.

MANTO PRINCIPAL CON OLEAJE NO CONDICIONADO POR EL FONDO

Nº estabilidad: $N_s = 1.51$

$D_{n50} = 0.95 \text{ m}$
 $W_{50} = 2.26 \text{ t}$
Espesor del manto = 1.90 m
Filtro
 $W_{50} = 0.13 \text{ t}$
Espesor del filtro = 0.74 m

4.6. ALTERNATIVA 05: RIGIDIZACIÓN MEDIANTE ESPIGÓN MIXTO Y DOS DIQUES EXENTOS

4.6.1. DEFINICIÓN

Esta alternativa es una modificación a la alternativa 04, en la que se introduce una variación:

- El espigón norte se sustituye por un espigón recto, perpendicular a la línea de orilla, compuesto de dos tramos, el primero emergido y el segundo sumergido a cota $-3.00 / -3.50$. El espigón tiene sección convencional, con núcleo, dos capas de filtro de escollera y dos capas de manto principal de escollera, con banquetas de pie a ambos lados.
- Aparte de lo anteriormente indicado, el dique exento tendrá una longitud menor de su distancia a la costa (se estiman unos 60 m), de forma que genere un saliente / hemitómbolo, y no un tómbolo. Su cota de coronación debería ser lo más baja posible para no interrumpir la visión del mar.
- Se añade un segundo dique exento al final de la playa (dique exento sur) con las mismas características que el dique exento norte.

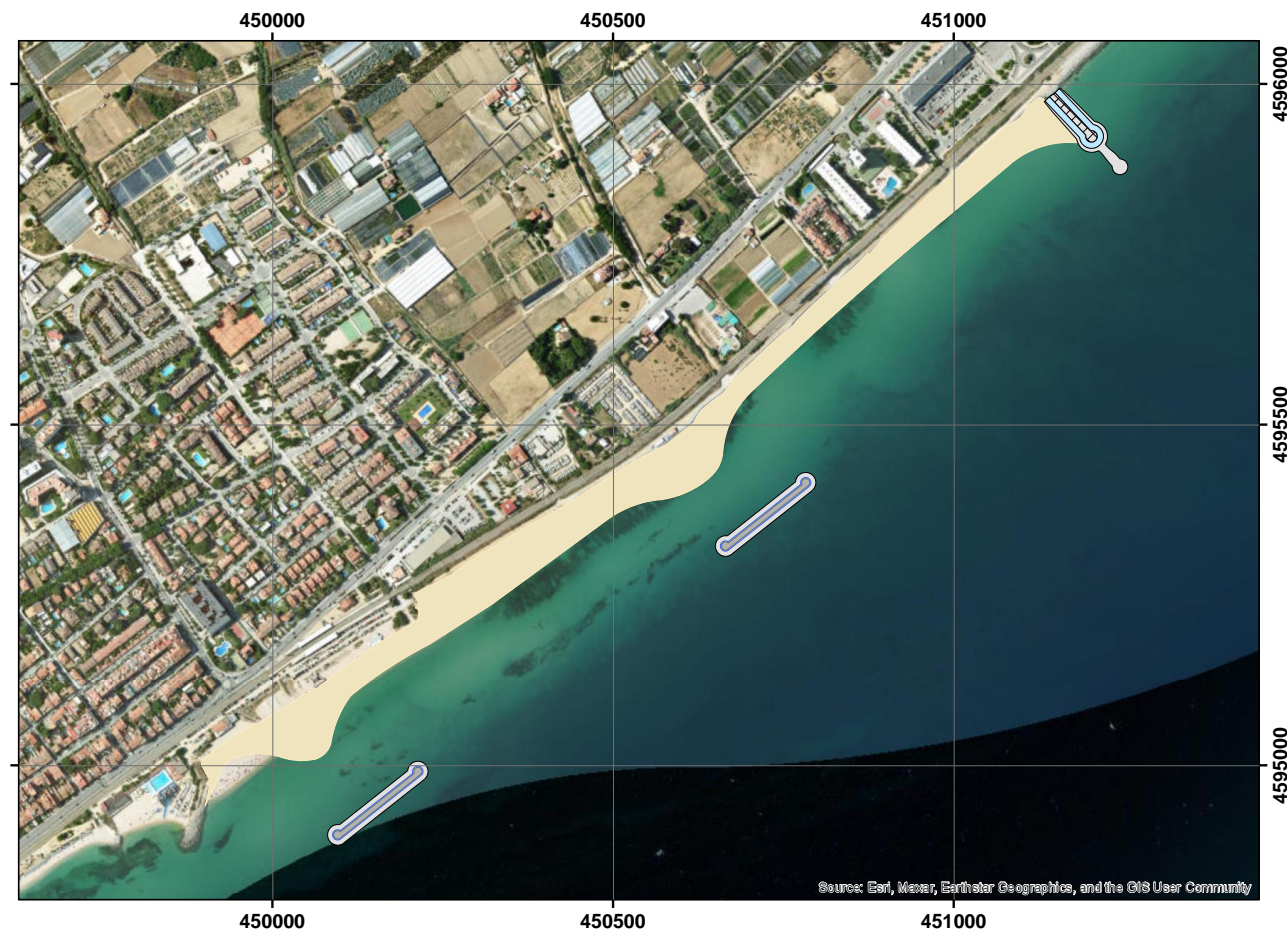


Figura 42. Planta propuesta para la alternativa 5.

4.6.2. ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE RELLENO

Con un coeficiente de sobrellenado (James, 1975) $C = 1.2$, y una dotación $V \sim 380 \text{ m}^3/\text{ml}$, se obtiene un volumen de relleno aproximado: $V \sim 450.000 \text{ m}^3$.

4.7. ALTERNATIVA 06: ESPIGÓN NORTE, DIQUE EXENTO INTERMEDIO Y PEQUEÑO ESPIGÓN SUR.

4.7.1. DEFINICIÓN

Esta alternativa es una modificación a la alternativa 05, en la que se introduce como única variación la eliminación del dique exento sur y se incluye un apéndice al espigón de Levante. En resumen, se tienen los siguientes elementos:

- El espigón norte se sustituye por un espigón recto, perpendicular a la línea de orilla, compuesto de dos tramos, el primero emergido y el segundo sumergido a cota $-3.00 / -3.50$. El espigón tiene sección convencional, con núcleo, dos capas de filtro de escollera y dos capas de manto principal de escollera, con banquetas de pie a ambos lados.
- Se añade un pequeño apéndice al espigón sur, para proteger el extremo de poniente de la playa de los temporales de componente sur. Su coronación está a cota de BMVE. Se recomienda (en este caso), una tipología Ahrens, dado el objetivo de esta obra.

- Aparte de lo anteriormente indicado, el dique exento tendrá una longitud menor de su distancia a la costa (se estiman unos 130 m), de forma que genere un saliente / hemitómbolo, y no un tómbolo. Su cota de coronación debería ser lo más baja posible para no interrumpir la visión del mar.

La evolución del perfil transversal será análoga a la mostrada en las alternativas anteriores, por lo que no se recoge en este caso.

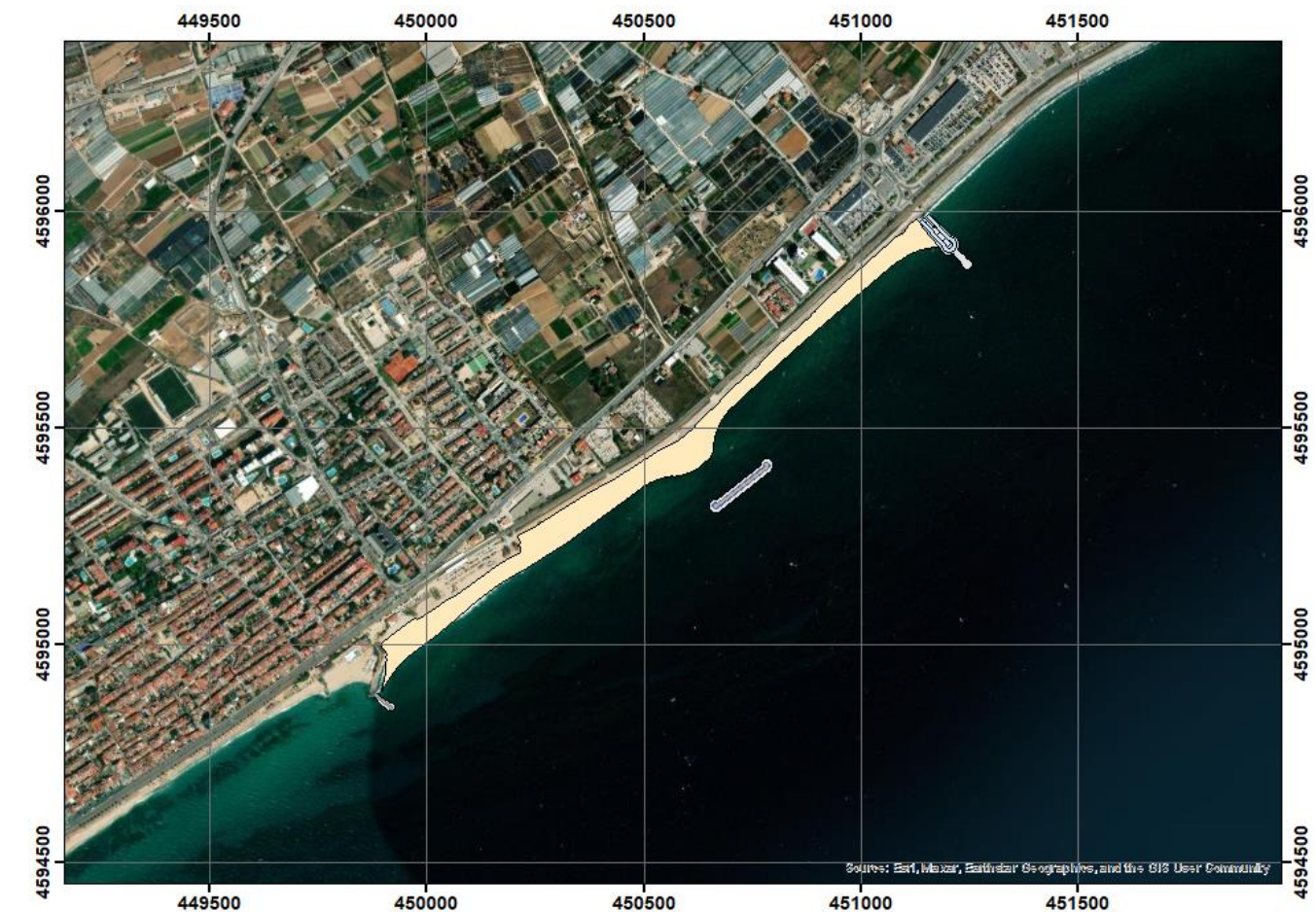


Figura 43. Planta propuesta para la alternativa 06.

4.7.2. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE DIQUES

Se utilizan las siguientes altura de ola significantes de cálculo:

- Espigón N: $H_s = 4.50 \text{ m}$
- Dique exento: $H_s = 4.00 \text{ m}$
- Espigón S: $H_s = 4.00 \text{ m}$

El periodo de pico se toma igual a $T_p = 10.0 \text{ s}$ en todos los casos. En la alternativa escogida se optimizará el cálculo a lo largo de los diques.

Tabla 11. Espigón N.

MANTO PRINCIPAL DE BLOQUES CÚBICOS

Ns = 1.88 [-]
Nod = 0.50 [-]
Nz = 3381 [olas]
Dn = 1.70 [m]
W50 = 12.49 [t] en tronco
W50 = 18.74 [t] en morro

FILTRO

W50 = [0.62, 0.83] [t]
Dn = [0.62, 0.68] [m]

Tabla 12. Dique exento y espigón S

MANTO PRINCIPAL DE BLOQUES CÚBICOS

Ns = 1.89 [-]
Nod = 0.50 [-]
Nz = 3469 [olas]
Dn = 1.54 [m]
W50 = 9.29 [t] en tronco
W50 = 13.94 [t] en morro

FILTRO

W50 = [0.46, 0.62] [t]
Dn = [0.56, 0.62] [m]

4.7.3. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RELLENO

Con un coeficiente de sobrellenado (James, 1975) $C = 1.2$, y una dotación $V \sim 380 \text{ m}^3/\text{ml}$, se obtiene un volumen de relleno aproximado: $V \sim 530.000 \text{ m}^3$.

4.8. ALTERNATIVA 07: RIGIDIZACIÓN MEDIANTE ESPIGONES RECTOS.

4.8.1. DEFINICIÓN

Se muestra un esquema de esta alternativa en la siguiente figura.

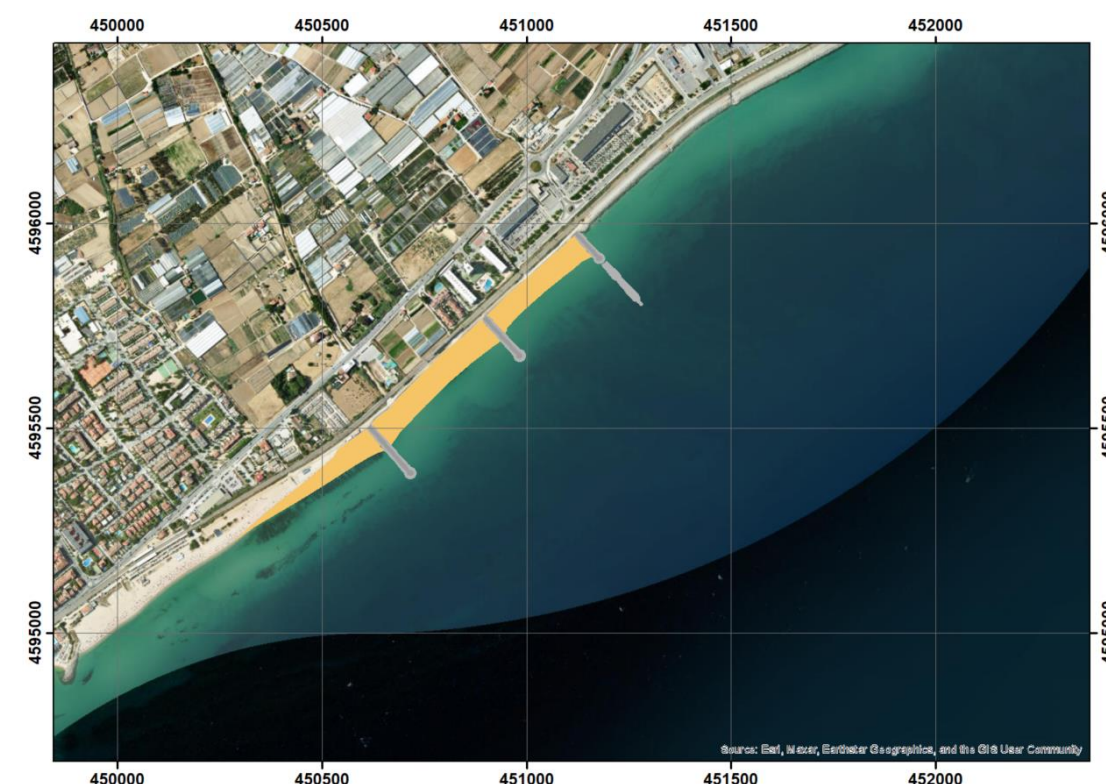


Figura 44. Esquema de alternativa 7

Se compone de las siguientes unidades:

- Un espigón al norte (espigón nº 1) compuesto de cuatro tramos, el primero emergido, con su coronación a cota +2.50, y tres tramos sumergidos, finalizando en la isobata -7.00 actual, con una longitud total de 236 m
- Dos espigones (espigón nº 2 y espigón nº 3), formando dos celdas de 300 y 400 m de longitud, respectivamente, de NE a SO, con unas longitudes respectivas de 128 m y 153 m.
- Un aporte de arenas que forma una berma de unos 60 m de ancho y unos 1130 m de longitud.

4.9. PROPUESTA NO CONVENCIONAL.

Analizando la zona de actuación, se propone el análisis de soluciones no convencionales que puedan aplicarse a una batimetría similar a la zona objeto de estudio. En este sentido, se propone el uso de diques/arrecifes artificiales "Biorock" que, acompañado por la ejecución de un espigón de sacos terreros, propiciará a la estabilización de la Costa objeto de estudio.

4.9.1. VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES

Desde el punto de vista medioambiental, los módulos de arrecifes artificiales propiciarán la integración en su entorno al favorecer su colonización mediante la emisión de calor. En cuanto a los diques de sacos terreros, estos son biodegradables, desapareciendo con el paso del tiempo y manteniendo la arena que se redistribuirá a lo largo de la unidad fisiográfica.



Figura 45. Caso de éxito. Islas Maldivas

4.10. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la valoración de las alternativas se empleará un método de análisis multicriterio. Este análisis valora de manera comparativa las diferentes alternativas según una serie de criterios expuestos, marcando en cada uno de ellos el que mejor lo cumple en relación con el objetivo marcado y la eficiencia con respecto las demás alternativas. Para su aplicación se valorarán las siguientes categorías y pesos:

1. Impacto ambiental y paisajístico. (15 %).
2. Aspectos técnicos. (45 %).
3. Inversión de la actuación y coste de mantenimiento. (30 %).
4. Introducción de aspectos innovadores. (10 %).

Cada una de ellas a su vez tendrá una puntuación determinada según el impacto en cada una de las alternativas en una escala similar a la siguiente:

- a) Impacto nulo, muy bajo o muy positivo: 2,26 a 2,50 puntos.
- b) Impacto bajo o positivo: 2,01 a 2,25 puntos.
- c) Impacto medio/bajo: 1,76 a 2,00 puntos.
- d) Impacto medio: 1,26 a 1,75 puntos.
- e) Impacto medio/alto: 1,01 a 1,25 puntos.
- f) Impacto alto o negativo: 0,51 a 1,0 puntos.
- g) Impacto muy alto o muy negativo: 0,0 a 0,5 puntos.

En esta escala de valores, aquella que obtenga una mayor puntuación media, será la considerada como solución óptima.

En la alternativa escogida se calculará la estabilidad del dique en sus diferentes tramos, así como tronco y morro, banquetas de pie y manto principal delantero y trasero.

4.10.1. CRITERIO 1: IMPACTO AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICO

Desde el punto de vista ambiental en todas las alternativas se realiza impacto directo o indirecto sobre las motas de posidonia existentes más cercanas, excepto en la alternativa 0.

En el caso del dique exento, tal y como se pone de manifiesto en el apartado de valoración económica, requiere la ejecución de un camino de acceso provisional hasta la cota donde se ubicará éste y posterior demolición una vez terminado. Esto conlleva mayor contaminación por requerir mayores medios, un ámbito de actuación mayor, por lo que el impacto sobre el lecho será ineludiblemente mayor y mayor generación de turbidez. No obstante, este efecto es temporal, durante la ejecución de la obra.

Asimismo, el plazo de ejecución de las alternativas que contemplan los tres elementos (alternativa 03, 05, 06 y 07) será mayor al resto de alternativas, por lo que la duración del proceso contaminante también lo será. Algo similar, aunque en menor medida, ocurrirá con las alternativas 04, que incluyen un dique exento en lugar de los dos espigones cortos de la alternativa 03.

En cuanto a ocupación de fondos, es la alternativa 01 la que menos afectará de forma directa a la fauna y flora bentónicas, seguida de las alternativas 02, 03, 04 y 07.

En el apartado de documentación gráfica se puede consultar la caracterización ambiental y territorial de la zona objeto de estudio (Planos 4 y 5 del estudio de alternativas). Se valora el presente apartado de la siguiente manera:

ALTERNATIVA	0	01	02	03	04	05	06	07
VALOR ALTERNATIVA	2,5	2,0	2	1.5	1.5	0.75	0.75	1.5

Por todo lo expuesto, desde el punto de vista ambiental, la alternativa 0 es más favorable, seguida de la 0, 1, 02, 03, 04 y 07 y por tanto tendrán puntuación de 2,5, 2,0, 2,0, 1,5, 1,5 y 1,5 respectivamente, ya que lo más favorable medioambientalmente sería no hacer nada frente a 0,75 para las alternativas 05 y 06.

4.10.2. CRITERIO 2: ASPECTOS TÉCNICOS

Tal y como se ha visto en el apartado 2 del presente anejo donde se presentan alternativas, cada una de ellas tienen un funcionamiento diferenciado desde el punto de vista de dinámica litoral, cumpliendo totalmente con los objetivos las alternativas 03, 04, 05, 06 y 07 en el sentido que todas ellas protegen de la erosión al borde litoral y potencian la creación de perfil estable de playa.

El rango de estabilización de la alternativa 02, abarca desde el espigón diseñado hasta el punto de mayor convexidad de la línea de costa, donde el tramo de playa es menor.

Además, las alternativas 03 y 04 se ajustan mejor al objetivo de que la estructura de defensa favorezca la ampliación de la playa de Cabrera de Mar y esto se consigue con el espigón por la “forma de acumulación”. Sin embargo, la alternativa 04 supone una mayor flexibilidad en la línea de costa, permitiendo su movimiento y siendo más susceptible de movimiento a causa del oleaje.

Las alternativas 05 y 06 buscan la protección del tramo de costa frente a temporales de componente predominante sur. En ambos casos se observa que se cumple con el objetivo marcado, sin embargo, el dique exento al sur de la alternativa 05, genera una difracción del oleaje que origina un perfil de equilibrio hacia el interior de la línea de costa actual, en comparación con la alternativa 06, que la fija más adecuadamente.

La alternativa 07 corrige las deficiencias de la alternativa 03, dotando de homogeneidad y estabilización a la playa.

En el caso de Cabrera de Mar, al tener frecuencias similares los temporales de uno y otro lado, las formas serán un intermedio entre una parábola de Tan & Chiew (o similar) con foco en el morro, y una simple forma de acumulación. Sin embargo, analizando el aporte de sedimentos se ha concluido que el aporte sólido medio anual conjunto de las rieras ha disminuido con el paso de los años.

Finalmente, queda por apuntar ventajas e inconvenientes de llevar el morro del dique hasta la profundidad activa o dejarlo más corto.

La desventaja fundamental de llevarlo hasta la profundidad activa reside en el hecho de que se convierte en barrera total, y que los aportes sedimentarios a la playa de Cabrera de Mar se perderían en gran medida. Por el contrario, de no alcanzar ésta, una vez se complete la colmatación del dique, comenzaría el *by-pass* natural de los sedimentos frente al morro del dique, continuando la alimentación de la playa.

Por otra parte, un dique exento provocaría la formación de un tómbolo o hemitómbolo frente al dique. En el presente estudio se analiza la casuística de hemitómbolo, no permitiendo el acceso desde tierra al dique exento.

Adicionalmente, se ha modelizado la tendencia evolutiva de la playa ante oleajes que mantienen su dirección; ello se ha ejecutado tanto con levantes como con ponientes.

El resultado que se obtiene para los **temporales de componente SO**, como se esperaba, es un discreto retroceso del borde oriental del espigón de Llevant, a consecuencia del movimiento del sedimento hacia levante, que termina

apoyándose en el lado occidental de los espigones proyectados según las diferentes alternativas. Si la situación se mantiene en el tiempo, el sedimento tiende a rebasar el espigón para alimentar la playa en sentido a la Riera de Argenton.

La ejecución de un dique exento o apéndice en las inmediaciones del espigón de Llevant tiene resultados similares, sin embargo, cuenta con una peculiaridad importante. La disposición de un dique exento genera la difracción en el oleaje, rompiendo con la incidencia en la línea de costa. En este sentido, la utilización de un apéndice se considera más adecuado para todos los tipos de temporales. En este punto, ha de tenerse en cuenta lo dispuesto en el “Proyecto de estabilización y regeneración de las playas de La Aladraba y del astillero entre los espigones de Levante y de Garbí. T.M. de Vilassar de Mar (Barcelona)”.

De este modo, se observa un transporte de sedimento paulatino pero constante, necesitando de aporte a medio-largo plazo.

En el anejo de dinámica litoral, se muestra que la corriente producida por el oleaje en rotura apenas sobrepasa la batimétrica -5, por lo que si se llegase a esta cota con el espigón, se impediría el paso de sedimentos hacia levante.

En el caso de llevar el morro a la profundidad activa ($d \sim -5$ m), no podría verificarse este *by-pass* y parte de los sedimentos se perderían, por quedar fuera del alcance del oleaje actuando sobre la costa. El aparente inconveniente de reducir la longitud del espigón reside en que la playa apoyada en él presentará un ancho menor. En el caso objeto de análisis puede ser considerado inconveniente como tal, dado que se prevé una afluencia masiva de usuarios de recreo a la superficie de playa seca, tomando mayor preponderancia la finalidad de utilización recreativa sin olvidar la protección de la zona costera, frente a la de mantenimiento de ecosistemas.

En cuanto a los **temporales de levante**, la oblicuidad del oleaje arribando a la cota es similar difiere con la dirección del espigón, sin embargo, apenas se produce difracción del oleaje. Por esa razón, el *by-pass* natural del material sedimentario hacia poniente es más dificultoso debido, como se ha indicado, a la ubicación y orientación del espigón.

Como en el caso anterior, el sedimento, una vez colmatada la capacidad de retención del espigón, tiende a trasvasarse al lado de poniente; no obstante, este flujo es mayor que en caso de los oleajes de poniente, debido, como se ha indicado, a la dirección de propagación del oleaje dominante y a su posición en la costa. Este hecho desestabiliza la playa de Cabrera de Mar. De este modo, se considera necesario el complemento de otro elemento de rigidización que aumente la estabilidad de la línea de costa.

Para estos temporales, se aprecia un incremento del transporte conforme se avanza en el sentido de propagación del oleaje, marcando un comportamiento claramente erosivo a lo largo del mismo.

En cuanto a la tipología de dique, se pone en contraposición la mayor facilidad constructiva con respecto a la retención de arenas con objetivos recreativos y el impacto visual de cada una de las estructuras. De modo resumido, se puede observar en la siguiente tabla, las ventajas e inconvenientes para cada una de las tipologías de dique propuestos:

Tabla 13. Ventajas e inconvenientes según la tipología del dique

TIPOLOGÍA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Espigón	Mayor facilidad de construcción Mayor facilidad de mantenimiento Mayor facilidad de retirada	Mayor retención de arenas Mayor impacto visual
Exento	Si no forma tómbolo, permite el by-pass Aspecto más armónico de la costa Menor impacto visual al poder ser semisumergido Menor impacto en playas a sotamar	Mayor dificultad de construcción Mayor dificultad de mantenimiento Mayor interferencia con el cambio estacional del perfil Mayor interferencia con actividades de recreo Peligrosidad frente a natación Mayor dificultad de renovación de las aguas

Según el objetivo y bajo el criterio de equilibrio en la solución, sin suponer un perjuicio en la estabilización de la línea de costa, se considera que la combinación de ambas tipologías de manera adecuada, pueden formar la solución óptima.

ALTERNATIVA	01	02	03	04	05	06	07
VALOR ALTERNATIVA	1.00	1.5	2.00	1.5	2	2.25	2.25

Por tanto, en lo que respecta a este criterio, la alternativa 01 es la más desfavorable, se le asigna una valoración de 1, mientras que, para las alternativas 06 y 07 se le asignan 2,25 puntos siendo la alternativa de dique exento con espigones al norte y al sur junto a los 3 espigones perpendiculares a la costa las más favorables desde el punto de vista técnico, combinando la dinámica litoral, cumplimiento de objetivo y viabilidad técnica en cuanto a defensa homogénea de la línea de costa objeto de estudio. Para el caso de la alternativa 02 se le asigna 1,5 puntos y para la 03, 2 puntos y, para la 04 se le asignan 1.5, al realizar un cumplimiento del objetivo, sin embargo, no lo realiza homogéneamente en la línea de costa. Para el caso de la alternativa 05, se le asigna 2 a causa de la difracción comentada anteriormente. Además, las alternativas 05, 06 y 07, permiten aumentar el ancho de la playa, si fuese necesario, pudiendo alcanzar batimétricas más profundas a un coste de material similar a la convencional.

La alternativa 0 obtendría una puntuación de 0 para este criterio.

4.10.3. CRITERIO 3: INVERSIÓN DE LA ACTUACIÓN Y COSTE DE MANTENIMIENTO

Los datos de precios que se han utilizado para estimar el coste del espigón y dique exento provienen del Observatorio de Obras Portuarias de Puertos del Estado, son precios del 2013 que se han actualizado para hacer la estimación económica de cada alternativa y de las Tarifas Tragsa Sujetas a IVA del año 2023.

En este apartado se analiza una estructura tipo convencional, siendo el objetivo la comparativa entre inversiones de una misma estructura, a sabiendas que el uso de una tipología tipo Ahrens, según la experiencia en otros proyectos, puede suponer un ahorro de alrededor del 35-40%.

Se han analizado los siguientes capítulos haciendo hincapié en las partidas principales del presupuesto (se puede ver el presupuesto desglosado en el Apéndice 2. Presupuesto estimado desglosado:

Tabla 14. Valoración económica de alternativas. Resumen

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - CABRERA DE MAR						
PRESUPUESTO TOTAL DE ALTERNATIVAS						
01	02	03	04	05	06	07
17,765,054.00 €	13,221,709.16 €	11,546,759.12 €	9,754,679.19 €	12,142,669.78 €	13,507,266.55 €	14,511,389.69 €
SUPERFICIE DE PLAYA OBTENIDA (m²)						
01	02	03	04	05	06	07
25,195.34	28,953.45	29,927.17	33,376.23	35,259.60	40,697.94	65,000.00
COEFICIENTE DE INVERSIÓN (€/m²)						
01	02	03	04	05	06	07
705.09	456.65	385.83	292.26	344.38	331.89	223.25

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - CABRERA DE MAR						
APLICACIÓN DE SOLUCIONES INNOVADORAS						
1	2	3	4	5	6	7
0.00 €	2,029,474.33 €	3,112,158.92 €	3,300,157.85 €	4,931,736.23 €	5,503,420.98 €	2,583,511.25 €

En este sentido las labores de mantenimiento y alimentación de la playa suponen una influencia significativa en el presupuesto, suponiendo que en todos los casos se ha escogido la misma estructura de diseño. Los principales motivos en las diferencias de presupuesto son:

- En la alternativa 0 habría que realizar para siempre un aporte periódico de tierras.
- Las alternativas 01 y 02 no son capaces de rigidizar la totalidad del tramo de costa, estimando necesario un mayor aporte de tierras durante la vida útil de la infraestructura.
- En cuanto a la alternativa 03, la ejecución de 3 espigones, (1 largo y dos cortos), produce un sobrecoste en la inversión, en contraposición con la alternativa 04, donde se combina 1 espigón largo con 1 dique exento, dotando de homogeneidad en el tramo de costa. Estas alternativas funcionan adecuadamente en el caso de temporales de levante. En cuanto a los temporales de componente sur, permiten el movimiento dentro del sector, produciéndose episodios de erosión en el espigón de Llevant.
- Las alternativas 05 y 06, permiten una mayor superficie de costa y se considera más estable para cualquier tipo de temporal.
- La alternativa 07 corrige las deficiencias de la alternativa 03, permitiendo una mayor anchura de playa y mejor estabilización de la misma, complementada con el espigón ya proyectado de Vilassar de Mar en el Espigón de Llevant.

- La alternativa soluciones no convencionales requieren para su funcionamiento el suministro eléctrico de los arrecifes artificiales para permitir las condiciones de formación de vida en su estructura. Además, los sistemas de saco terreros biodegradables, tienen una vida útil de alrededor 12 a 24 meses, revirtiendo al sistema el volumen de tierra aportada, sin embargo, obliga a una fuerte reinversión para la reposición del espigón.

Para una correcta valoración, dado que las alternativas están definidas con objetivos de diferente índole tal y como se ha expuesto a lo largo del presente documento, se requiere obtener un coeficiente que relacione la superficie de playa obtenida previsiblemente y la inversión. De este modo, según como se refleja en la tabla 12, se realiza la asignación de puntuación.

Se ha asignado el mayor valor de 2,5 puntos a la de Coeficiente Menor (CM) y a partir de ésta se ha normalizado el resto de los presupuestos/coeficientes (Ci) con respecto a la anterior (CM/Ci) y este valor se multiplica por la máxima puntuación para obtener la valoración del resto de alternativas, se muestra a continuación la valoración redondeada obtenida:

ALTERNATIVA	01	02	03	04	05	06	07	CM
Ci ALTERNATIVA	705.09	456580	385.83	292,26	344,38	331,89	223,25	223,25
VALOR ALTERNATIVA	0.25	0.50	1.00	2.00	1.50	1.75	2.50	

Por tanto, la opción más viable económicamente es la alternativa 07, por lo que recibe una puntuación de 2.5, recibiendo 2.00 la alternativa 04, 1.75 la 06, 1.50 las alternativas 05, 1.00 la alternativa 03, 0,5 la alternativa 02 y 0,25 para la alternativa 01.

4.10.4. CRITERIO 4: INTRODUCCIÓN DE ASPECTOS INNOVADORES.

Con objeto de integración medioambiental de las infraestructuras con el entorno, se debe valorar la introducción de aspectos innovadores en las diferentes alternativas propuestas. De las alternativas planteadas, las alternativas 02, 03, 04, 05, 06 y 07, incluyen elementos con estructuras convencionales de escollera. Estos elementos han demostrado su eficiencia y eficacia para este tipo de soluciones, sin embargo, se tratan de materiales poco innovadores desde el punto de vista medioambiental. No obstante, permite la protección a especies de fauna marina. En este sentido, se consideran los espigones, infraestructuras más invasoras que el caso de los diques exentos.

Dentro de la morfología de espigón, el uso de espigones mixtos marca un aspecto innovador en cuanto al ahorro de materiales e integración con el paisaje.

En cualquier caso, como se ha analizado en el apartado de inversión, la inclusión de elementos biodegradables que propicien el desarrollo de ecosistemas marinos como es el caso de los arrecifes artificiales, supone un aumento significativo en el mantenimiento y explotación de las infraestructuras, precisando de alimentación eléctrica durante los primeros años de implantación. En cuanto a los sacos terreros, una vez biodegradados, permiten la alimentación artificial de arenas de la zona de costa al final de su vida útil, requiriendo la reconstrucción de los mismos.

ALTERNATIVA	01	02	03	04	05	06	07
VALOR ALTERNATIVA	0.00	1.00	1.75	1.75	2.00	2.00	1.5

Por tanto, y analizando la posible introducción de aspectos innovadores e inclusión de variantes de convencionales, se considera que en lo que respecta a este criterio, la alternativa 05 y 06 como más favorable, asignándole 2 puntos de valoración, no asignándole el valor máximo por el consumo eléctrico en su fase inicial de implantación en el caso de implementación de los Biorock. Las alternativas 03 y 04, al integrar un dique exento o espigones más cortos combinados con espigón largo, se le asigna 1,75 punto de valoración, a la alternativa 07 en la que el ancho de playa es mayor y por tanto mayor su mantenimiento, se le asigna 1.50, mientras que a la alternativa 02 se le asigna 1,00 punto. La alternativa 01, en este caso recibe 0 al no tener en cuenta ninguna infraestructura con aspectos innovadores al igual que la alternativa 0.

4.11. MATRIZ MULTICRITERIO

Una vez valoradas las alternativas bajo los distintos criterios se pasa a crear la matriz, ponderando cada uno de los mismo para obtener cuál es la alternativa más favorable:

Tabla 15. Matriz multicriterio

CRITERIO										PONDERACIÓN									
ALTERNATIVA		0	1	2	3	4	5	6	7		0	1	2	3	4	5	6	7	
AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICO		2,5	2.0	2	1.5	1.5	0.75	0.75	1.5	15%	1,5	1.2	1.2	0.9	0.9	0.5	0.5	0.9	
TÉCNICOS		0	1	1.5	2	1.5	2	2.25	2.25	45%	0	1.8	2.7	3.6	2.7	3.6	4.1	4.1	
INVERSIÓN		0,25	0.25	0.5	1	2	1.5	1.75	2.5	30%	0,3	0.3	0.6	1.2	2.4	1.8	2.1	3	
INNOVACIÓN		0	0	1	1.75	1.75	2	2	1.5	10%	0	0	0.4	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	
	TOTAL VALORACIÓN											1,8	3.3	4.9	6.4	6.7	6.7	7.4	8.6

Por tanto, y en consenso con la dirección del proyecto, la opción más adecuada resulta ser la alternativa 07, es decir, con espigones cortos perpendiculares a la costa, combinado con espigón perpendicular mixto con parte sumergida, en el extremo oriental de la playa de Cabrera de Mar. En cualquier caso, respetando una cota de berma de la playa en la +2.50 metros y una anchura de playa de 60 metros. Se puede observar su configuración en el plano 6.7.1 Alternativa 07. En este caso, se considera la solución que mejor combina con el espigón preexistente de Vilassar de Mar.

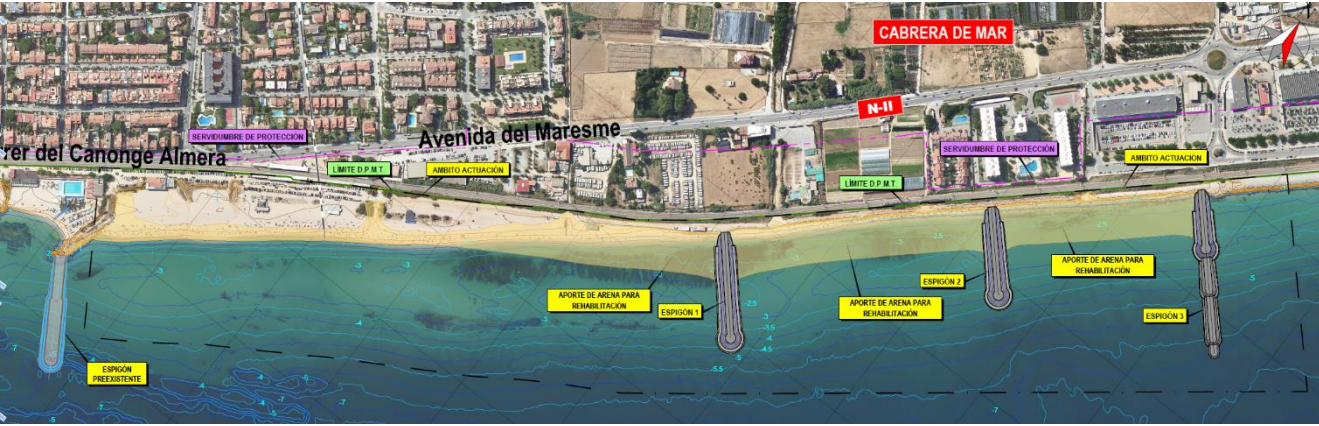


Figura 46. Esquema en planta de la solución escogida. Alternativa 07

5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO. INVENTARIO AMBIENTAL

En el presente apartado se describen de forma somera las características físicas, biológicas, humanas y culturales del medio que albergará la ejecución del proyecto.

5.1. CLIMATOLOGÍA

El clima en la zona de estudio (templado y cálido) es del tipo mediterráneo con influencia marítima. El clima se considera Csa de acuerdo al sistema de clasificación Köppen-Geiger.

La temperatura en este lugar es de aproximadamente 15.9 °C, según determina el análisis estadístico. El mes de temperatura más alta es agosto durante el cual la temperatura media alcanza hasta 24.0 °C. De media, el mes de enero se considera la época más fría del año, con temperaturas medias en torno a 8.8 °C.

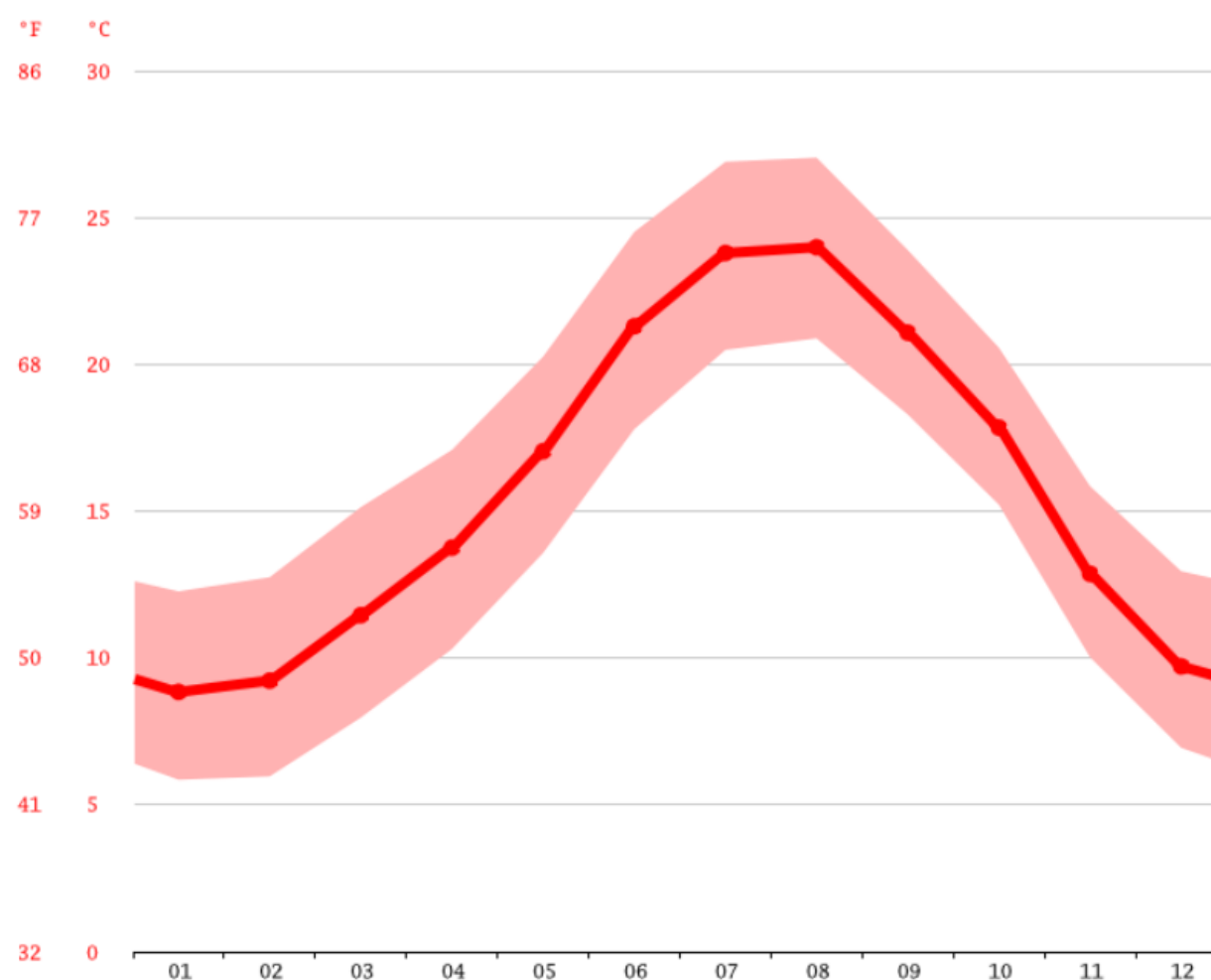


Figura 47. Diagrama de temperaturas mínima, media y máxima mensuales en Cabrera de Mar (Fuente: www.climatedata.org)

Las precipitaciones son escasas: las medias anuales se sitúan alrededor de los 717 mm al año. El mes más seco es julio con una precipitación de 33 mm, mientras que en octubre, el mes en el que se producen las mayores precipitaciones del año, se alcanzan los 111 mm. Las precipitaciones son mayores en invierno que en verano.

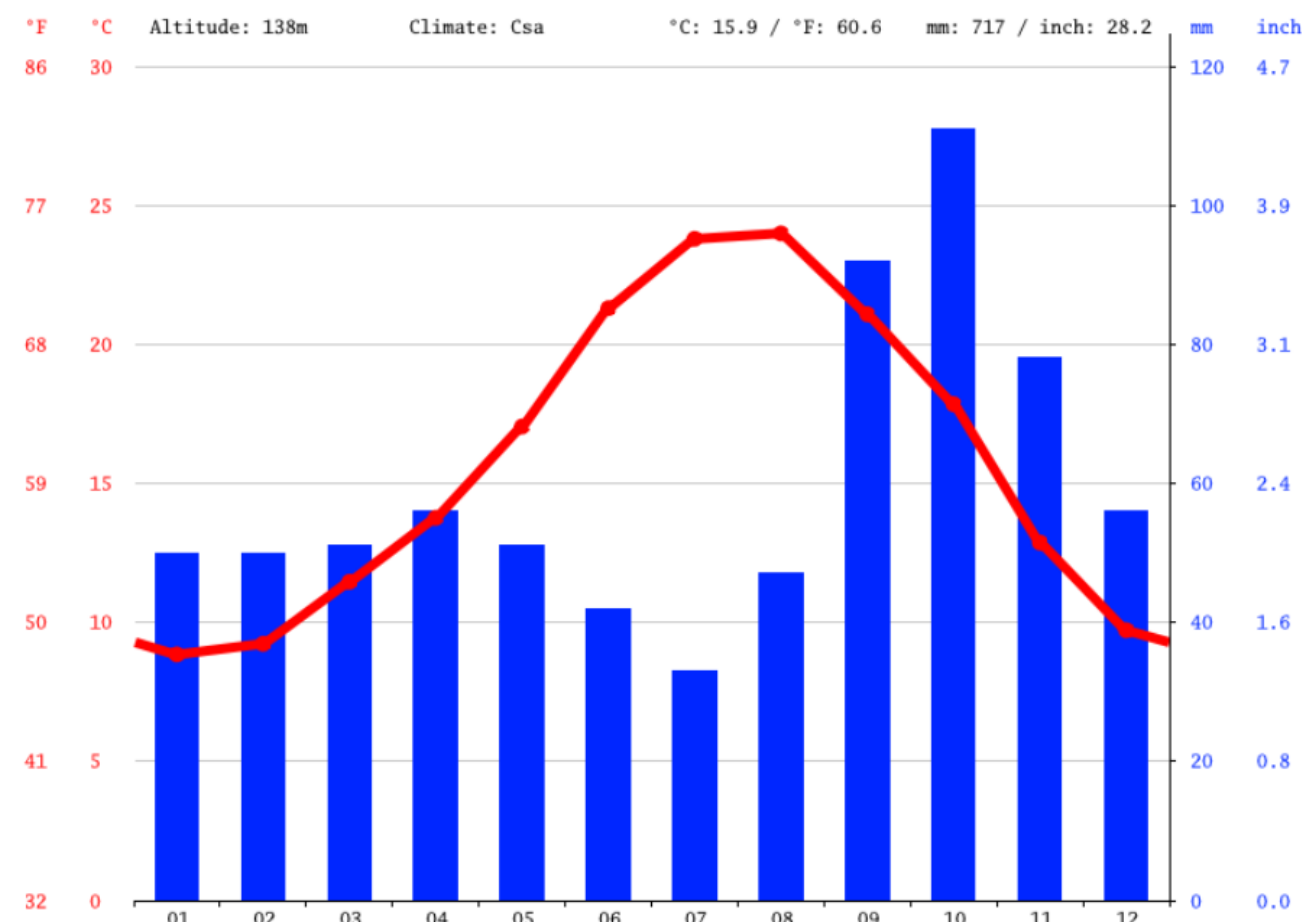


Figura 48. Diagrama de precipitaciones y temperaturas medias mensuales en Cabrera de Mar (Fuente: www.climatedata.org)

5.2. CALIDAD DEL AIRE

La Red de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica (XVPCA) de la Generalitat de Catalunya define el denominado Índice de Calidad del Aire (ICQA), parámetro que traduce a una misma escala (escala de los efectos sobre la salud de las personas o escala del ICQA) las concentraciones de cada uno de los contaminantes medidos en las estaciones. La relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA se muestra en la Tabla .- Así la calidad del aire será buena, regular o pobre dependiendo del valor del ICQA alcanzado: buena (color verde) si $ICQA \geq 50$, regular si $0 \leq ICQA < 50$ y mala si $ICQA < 0$.

Tabla 16. Relación de indicadores que se ha establecido entre los niveles de inmisión y el ICQA (Fuente: Generalitat de Catalunya)

VALORS D'IMISSIÓ	ICQA	100 a 50	49 a 0	-1 a -50	-51 a -100
	O3 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 - 110	111 - 180	181 - 240	> 240
	PM10 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 - 35	36 - 50	51 - 75	> 75
	CO 8h (mg/m^3)	0 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15
	SO2 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 - 200	201 - 350	351 - 500	> 500
	NO2 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 - 90	91 - 200	201 - 400	> 400
	QUALITAT DE L'AIRE	BONA	REGULAR	POBRE	MOLT POBRE
	ICQA	≥ 50	0 - 49	< 0	

En la siguiente figura se muestran los resultados del ICQA en la estación más próxima a la zona de estudio (Mataró) durante los últimos 12 meses. Puede apreciarse que aproximadamente un 70 % del tiempo la calidad del aire fue buena (ICQA ≥ 50) y un 30 % fue buena (0 \leq ICQA < 50) sin que se observen registros con calidad mala o pobre (ICQA < 0).

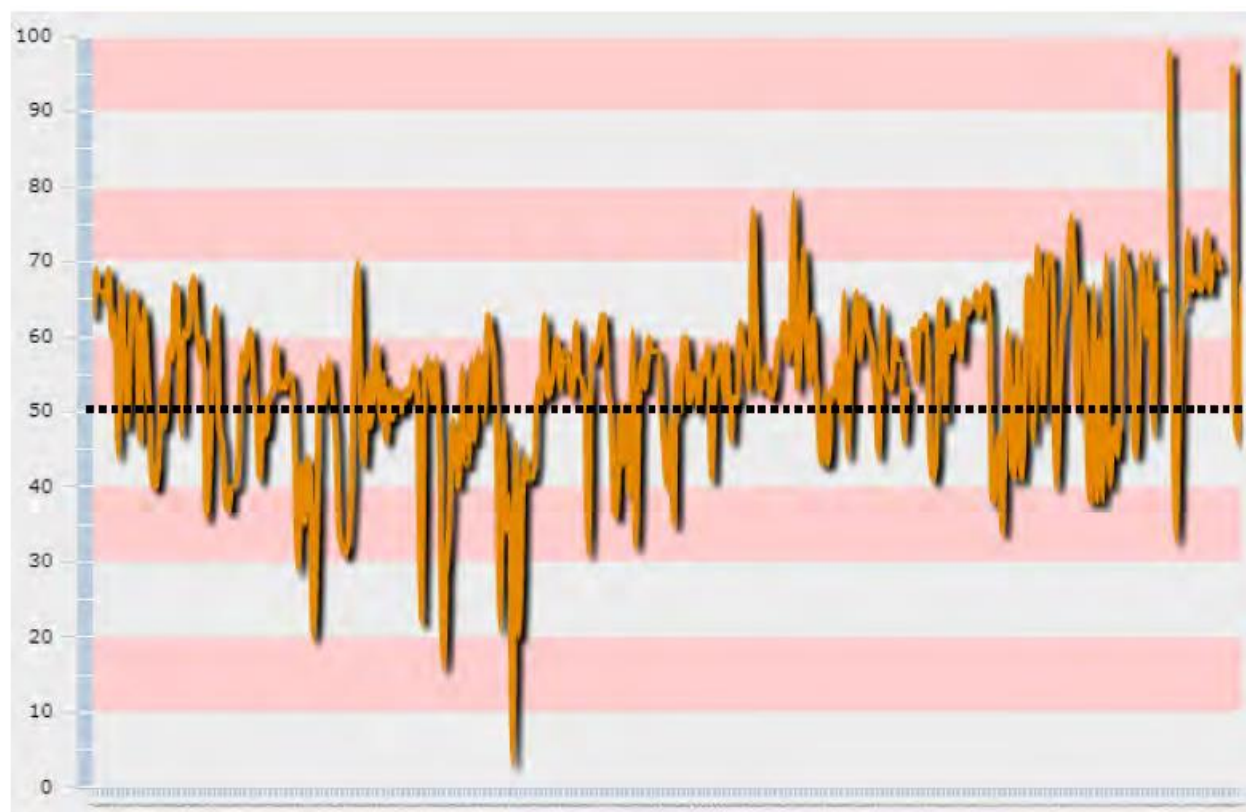


Figura 49. Evolución del ICQA durante el último año en la estación Vallcarca-Sitges (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Por consiguiente, en términos medios puede caracterizarse la calidad del aire de la zona como entre buena y regular.

5.3. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

5.3.1. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Los trabajos de levantamiento topográfico de la playa seca se realizaron durante los días 28, 29 y 30 de junio de 2023 hasta su límite superior: paseos, escolleras y límite del rail lado mar del FFCC Barcelona-Francia. El límite inferior permitió el solape mínimo con el levantamiento batimétrico.

Se han realizado transectos de levantamiento topográfico en playa perpendiculares a costa desde el puerto de Premià hasta el puerto de Mataró. Se realizaron un total de 300 perfiles separados entre sí 25 metros y obteniendo un total de 2166 puntos de topografía.

De manera adicional y simultánea al levantamiento batimétrico, mientras se recorría toda la línea costera de la franja más somera, se tomaron datos topográficos de la playa seca y estructuras con un sistema LiDAR instalado en la embarcación de trabajo.

5.3.2. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Tras el procesado y calibración de todos los puntos adquiridos durante el levantamiento de la playa seca, tanto a través de los perfiles mediante GPS RTK y la adquisición de datos LiDAR, se ha elaborado un plano topográfico con curvas equidistantes cada 0.5 m que posteriormente se integrará junto al plano batimétrico.

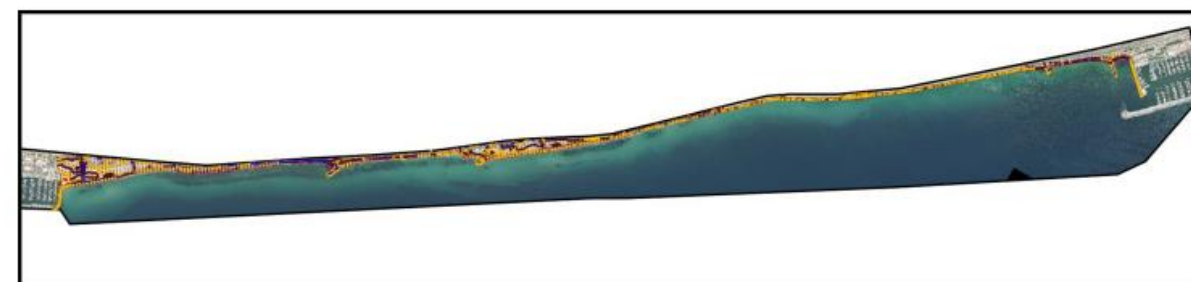


Figura 50. Zona de estudio levantada.





Figura 51. Curvas de nivel resultantes del levantamiento.

5.3.3. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO / SONOGRÁFICO

Durante los días 28 y 29 de junio, y 22, 23, 24 de agosto de 2023, se realizó el levantamiento batimétrico con sonda multihaz de la franja costera desde la -0.5 hasta la -30 m aproximadamente. Se realizaron líneas de toma de datos paralelas a las isobatas, separadas convenientemente para obtener solape entre ellas. En total se llevan realizados un total de 285.3 km de líneas de levantamiento batimétrico, obteniendo una cobertura total de la zona de estudio.

Durante los trabajos, la sonda multihaz operó a una frecuencia de 550 kHz, emitiendo 512 haces a entorno 10Hz y una apertura de haz de en torno a 140°.

De manera simultánea al levantamiento batimétrico, se registraron los datos de sónar de barrido lateral a una frecuencia de 550 kHz.



Figura 52. Itinerarios recorridos.

5.3.4. RESULTADOS BATIMÉTRICOS

Una vez interpretados en gabinete los registros batimétricos obtenidos en la toma de datos (ajustes de velocidad del sonido, limpieza de puntos, filtrados...), los resultados (un archivo XYZ) han dado lugar a un plano batimétrico para la zona de estudio basado en un grid de 0.25x0.25 metros y equidistancia de isobatas de 0.25 m.

Se ha obtenido también un modelo de sombreado 3D.

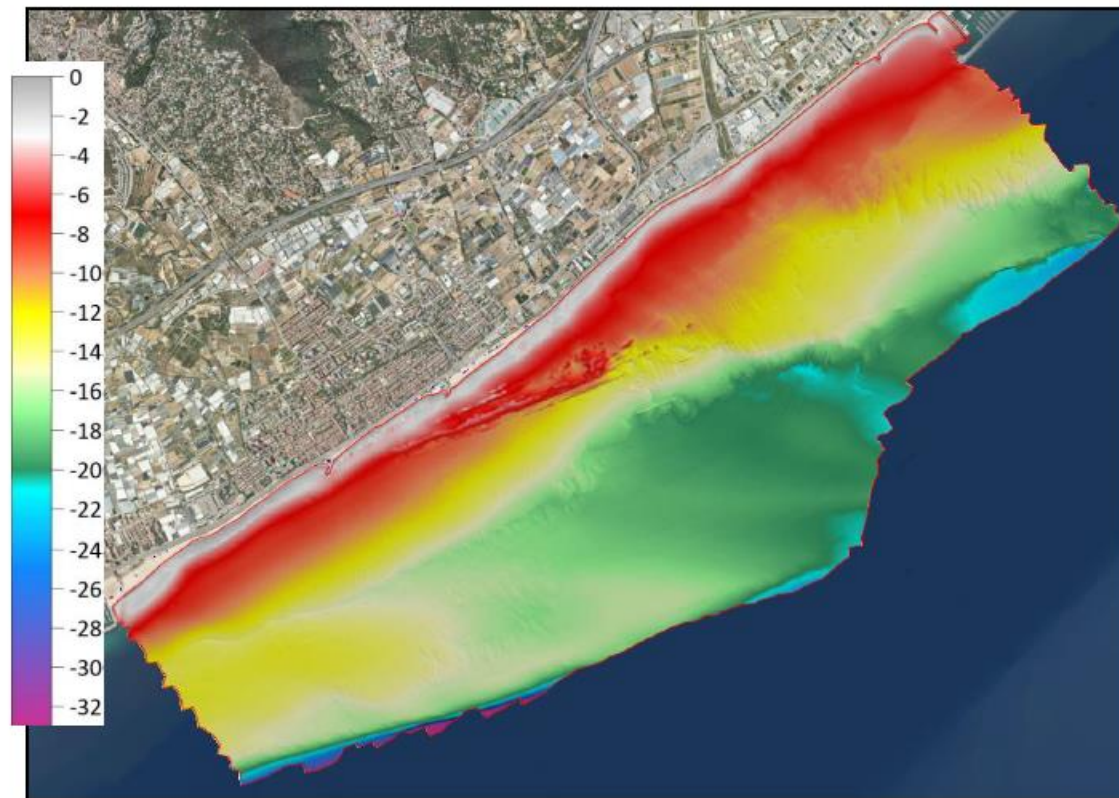


Figura 53. Modelo de sombreado del modelo digital de elevaciones (m NMMA) de la franja costera estudiada.

A continuación, se muestran varias imágenes de superficies 3D obtenidas del levantamiento batimétrico

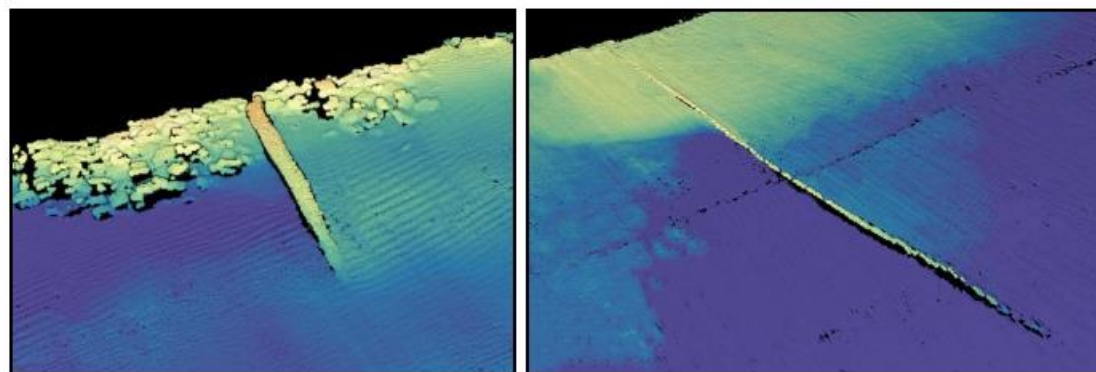


Figura 54. Emisario detectado en costa (izda) y en su finalización o vertido (drcha.)

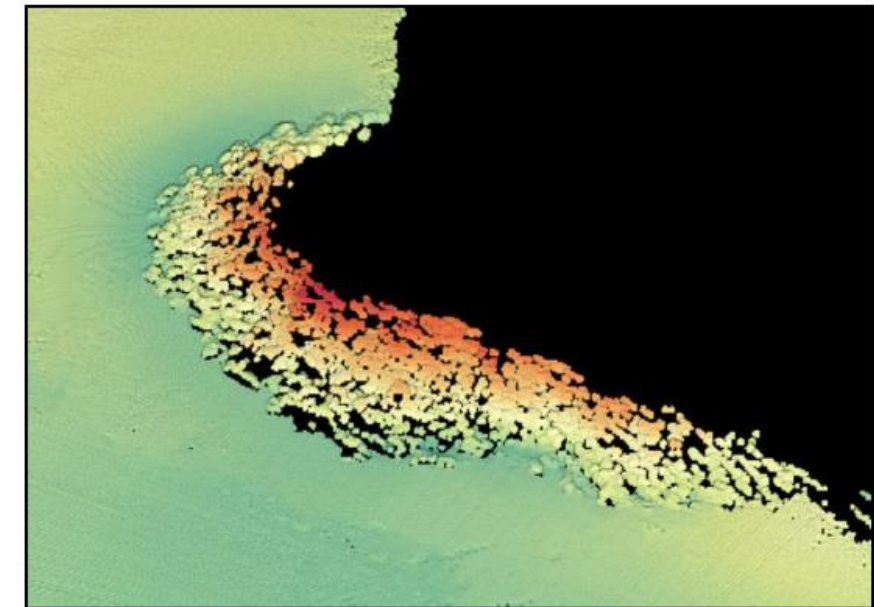


Figura 55. Escollera.

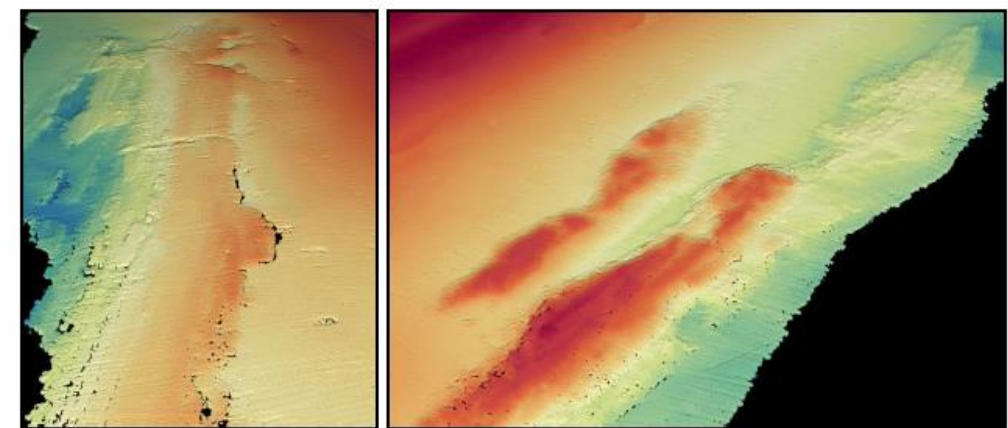
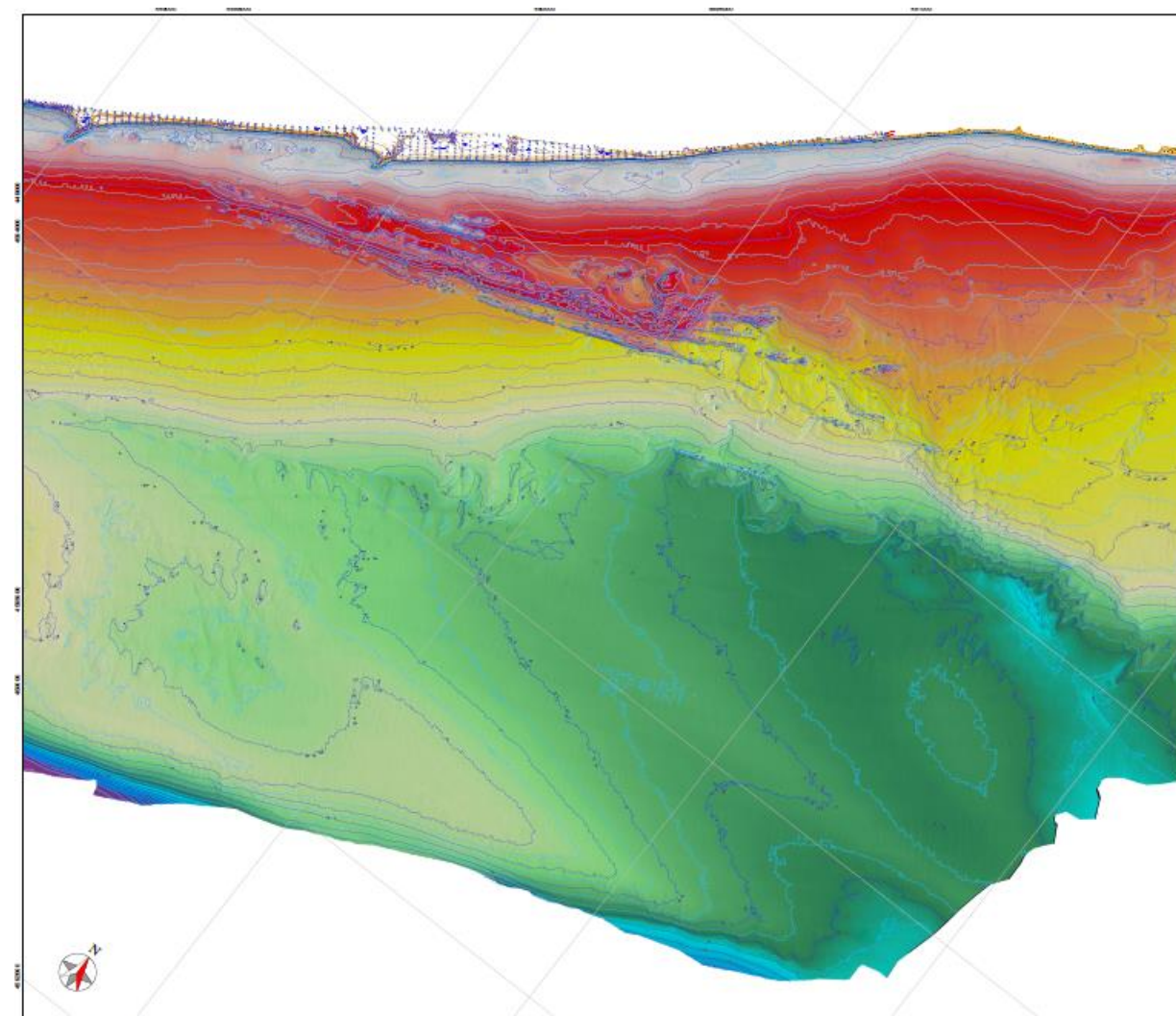
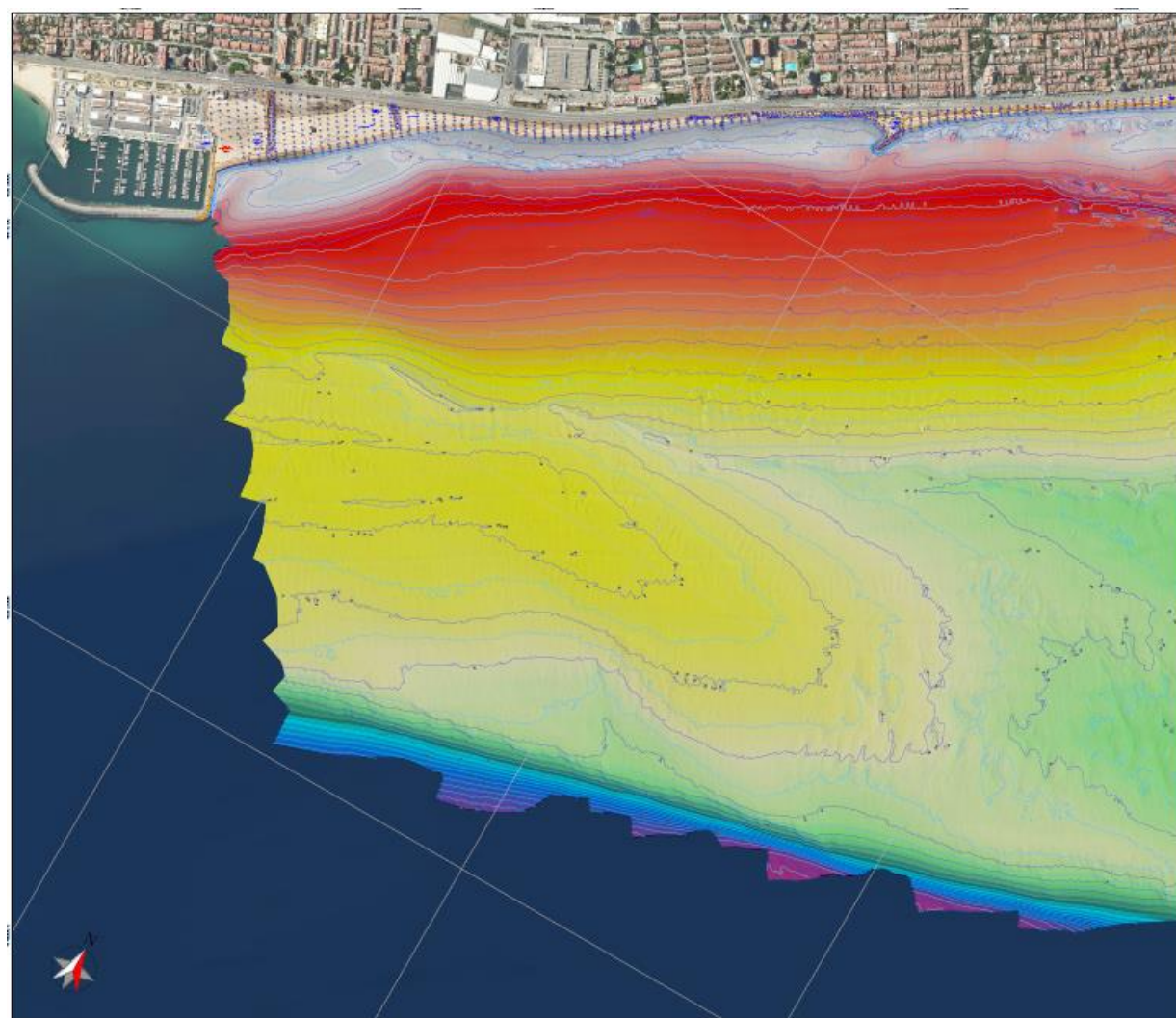


Figura 56. Zonas de afloramiento rocoso.

Finalmente, los datos topográficos y batimétricos han sido enlazados, generando un plano topobatimétrico de toda la zona de estudio referido al cero del proyecto (NMMA).



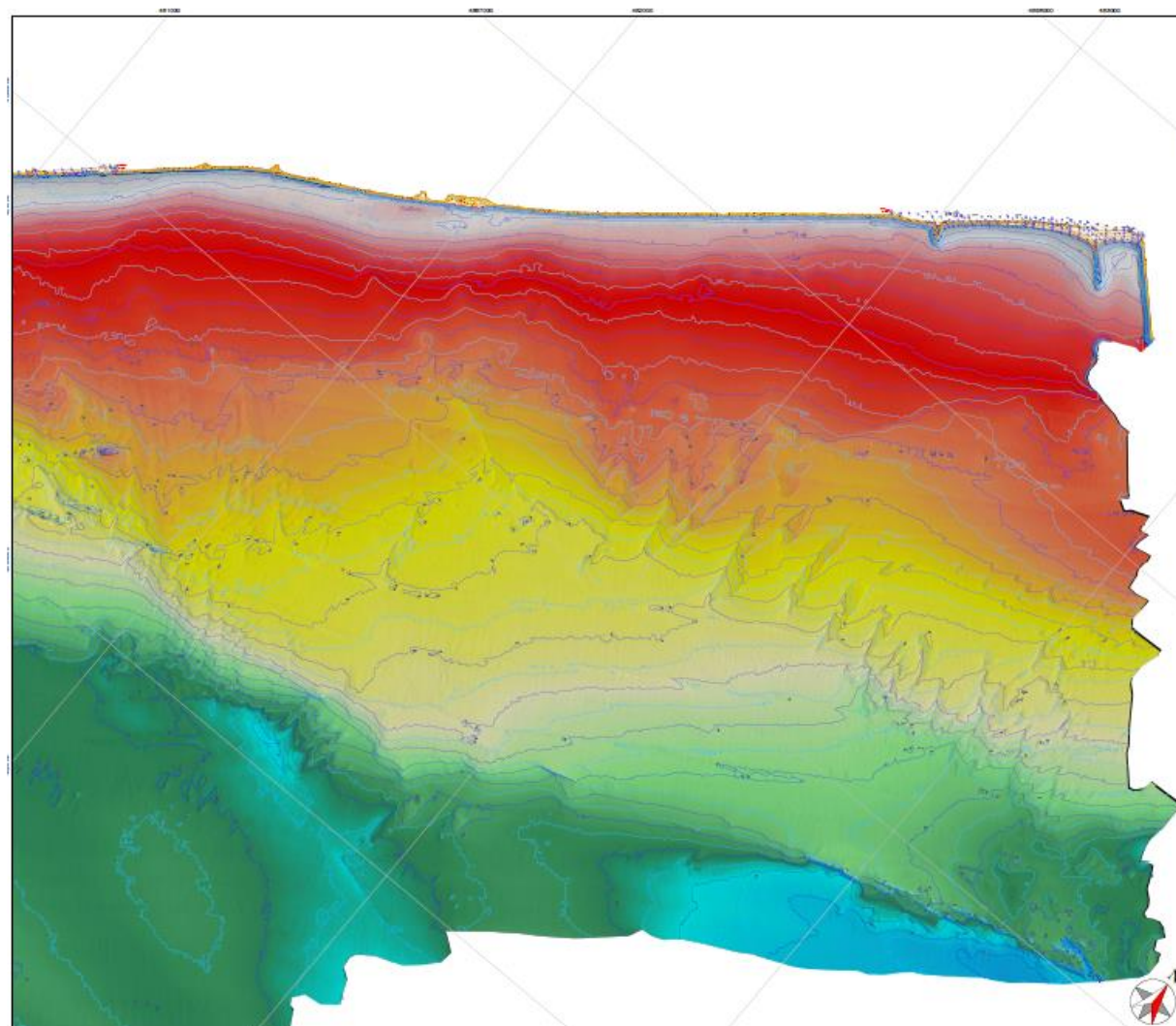


Figura 57. Topobatemetría general (Fuente: trabajos de campo)

5.4. MARCO GEOLÓGICO GENERAL.

La comarca del Maresme pertenece geológicamente a los restos del antiguo macizo catalano-balear, que se formó hacia finales de la era paleozoica, durante la orogenia herciniana (hace 350 a 248 millones de años) como resultado del agrietamiento y posterior desplazamiento de las placas que habían conformado la primitiva Pangea. Este macizo estaba formado por grandes bolsas de magma solidificado, granito, sobre el cual descansaban materiales paleozoicos; pizarras y rocas calcáreas.

Como resultado de la orogenia alpina (hace de 60 a 15 millones de años) y de la rotura y hundimiento del macizo por unas fracturas o fallas resultaron las cordilleras litoral y pre-litoral (conocida localmente como serralades) formadas mayoritariamente por granitoides: granitos y granodioritas, ya que el efecto erosivo hizo desaparecer gran parte de los materiales paleozoicos. Las pizarras solamente se mantienen en los puntos más elevados del Montnegre y las calcáreas en Sant Pere de Riu y en Montpalau.

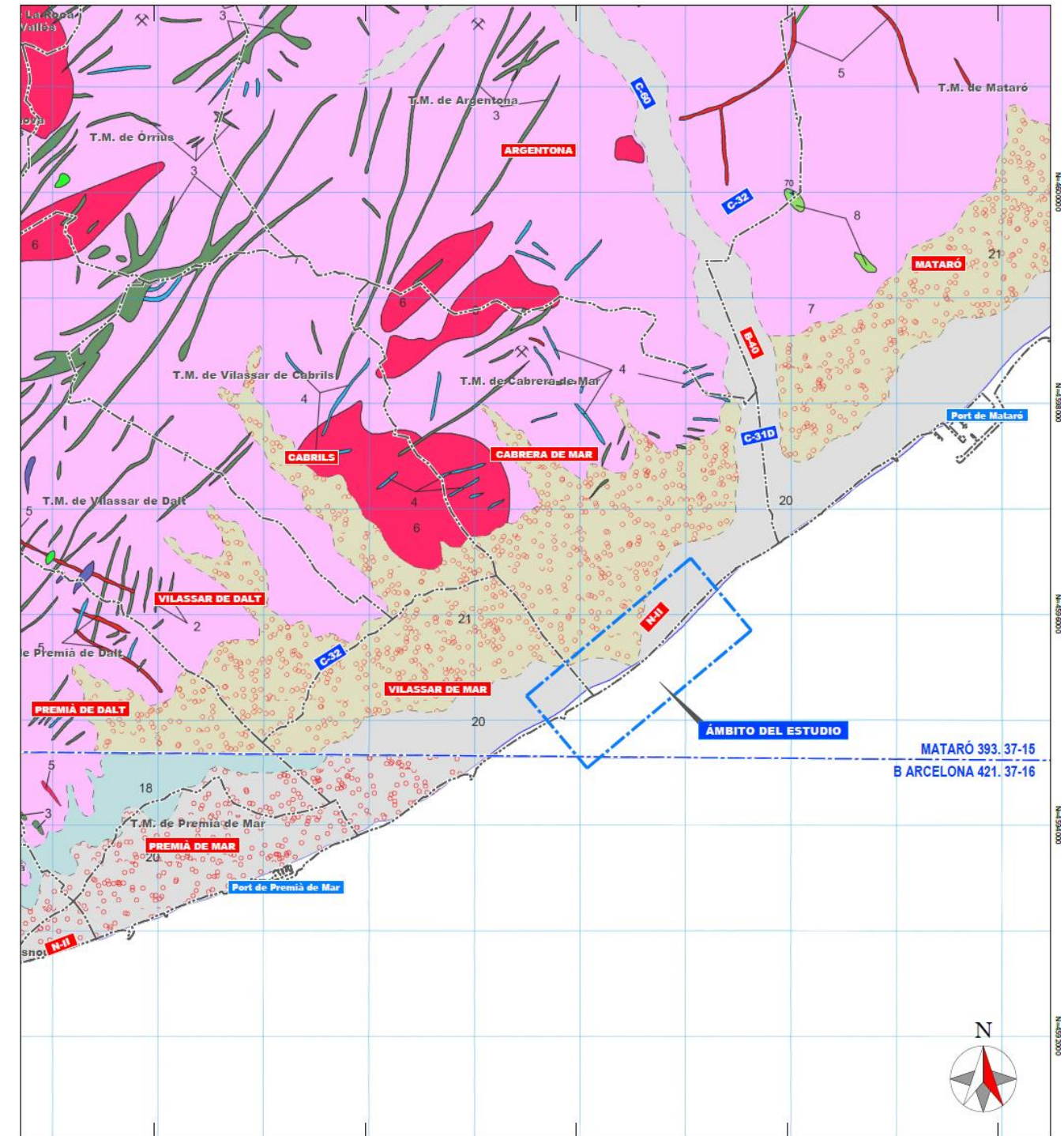
El relieve, en cambio, es el resultado de sucesos más próximos, desencadenados durante los últimos 2 millones de años. De las montañas de aquel antiguo macizo sólo ha quedado un relieve sinuoso conformado por pequeñas colinas, de formas redondeadas y con cimas que apenas alcanzan los 500 metros de altitud. Se trata de montañas ya viejas, que se han ido desgastando, en parte, por la acción de la temperatura y humedad elevadas que durante el cuaternario han ido erosionando de manera diferencial los materiales graníticos, y que han surcado esta suavidad del terreno de innumerables torrentes y barrancos (conocidos localmente como ramblas y también como rieres).

Esta fuerte erosión ha sido y es causada principalmente por la acción del 'ácido carbónico' que llevan las aguas procedentes de la lluvia y que descomponen con facilidad una roca como el granito, formado por tres minerales básicos (cuarzo, feldespato y mica) y que se altera fácilmente después de esta meteorización química y se transforma en una masa arenosa que recibe el nombre de jablón o sablón (localmente sauló). Los feldespatos se han deshecho y se han convertido en arcillas. Las micas se han desmenuzado y han disminuido su tamaño, siendo el cuarzo el único elemento que queda inalterable, manteniendo su consistencia y dureza, y convirtiéndose en el principal componente del sauló.

Desde una óptica morfológica, dentro del Maresme se pueden diferenciar tres unidades básicas: la Cordillera (localmente conocido como Serralada) y sus contrafuertes, que en algunos puntos entre Calella y Caldes d'Estrac llegan hasta el mar, la llanura litoral y la línea de costa. Los cursos hidrográficos se han dispuesto perpendicularmente a la línea de costa, cortando transversalmente la comarca, y conformando la actual plataforma litoral a pie de la Cordillera, ya que después de una precipitación, las aguas han ido transportando desde la Cordillera grandes cantidades de sablón. Esta plataforma litoral es reciente y está formada por los aluviones, es decir, el conjunto de sedimentos transportados y sedimentados. Este aporte fue muy notable y ha conformado unos aluviones con espesores considerables, como por ejemplo 32 m en Sant Pol, 20 m en Arenys (Vallvidrera), 18 m en Llanerers o 14 m en Caldetes. Todo ello se muestra en la Figura 39.-

Figura 58. Unidades geológicas principales en la comarca del Maresme (Fuente: www.helppc.org/maresme/geologia.htm)

Localmente, en el tramo de estudio, destacan como materiales cuaternarios la terraza tercera y actual y aluvial indiferenciado y pie de monte del cuaternario antiguo, siendo los materiales más antiguos las granodioritas del período ordovícico, tal como se muestra en la siguiente figura.



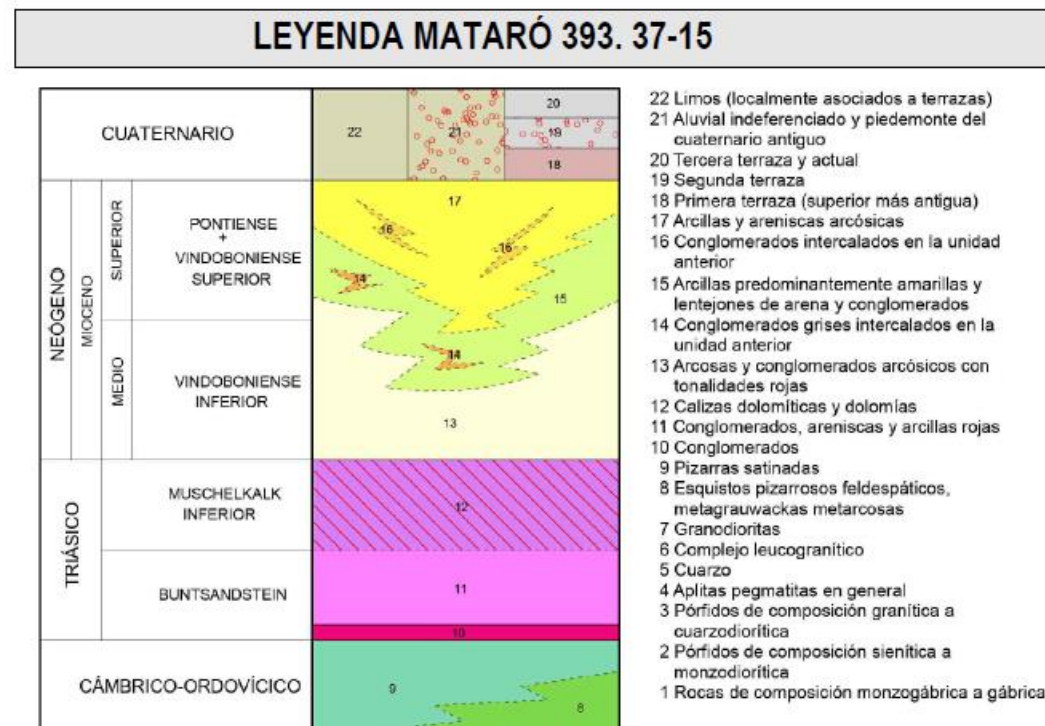


Figura 59. Geología en el ámbito de estudio. Fuente: Instituto Geológico Y Minero De España. IGME.

5.5. GEOLOGÍA DE LOS FONDOS MARINOS

Se muestra en la figura siguiente la geología marina de la zona de actuación.

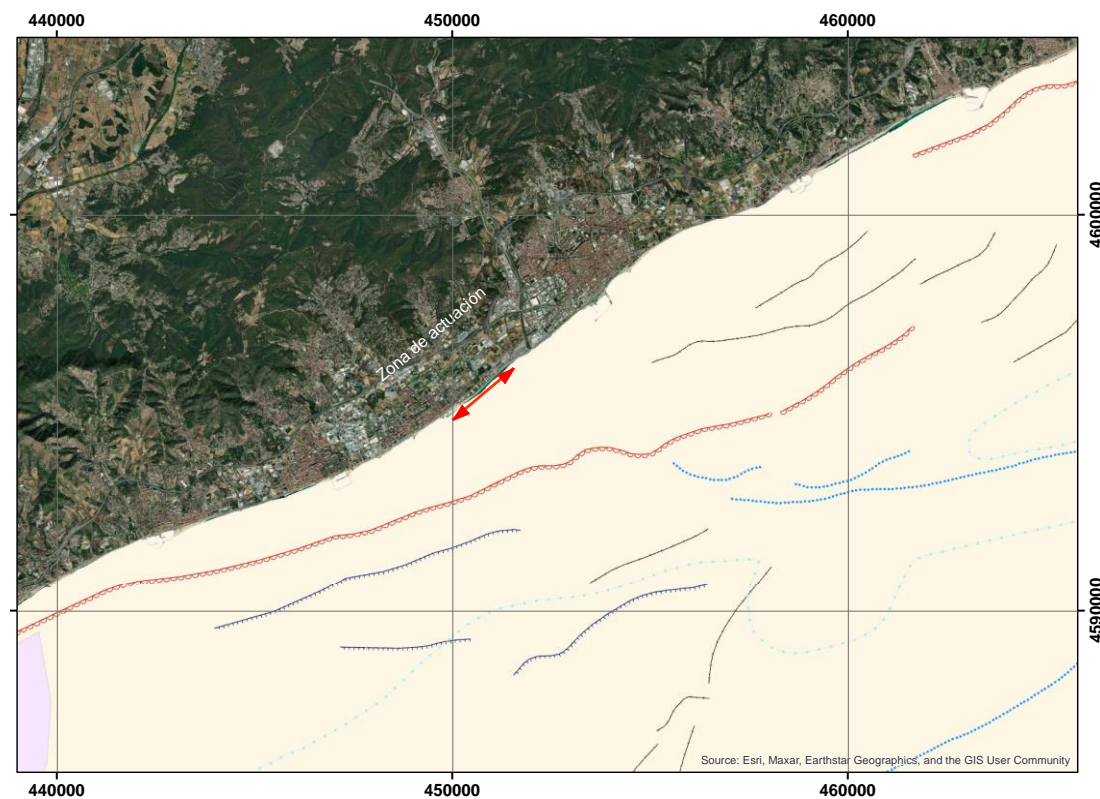


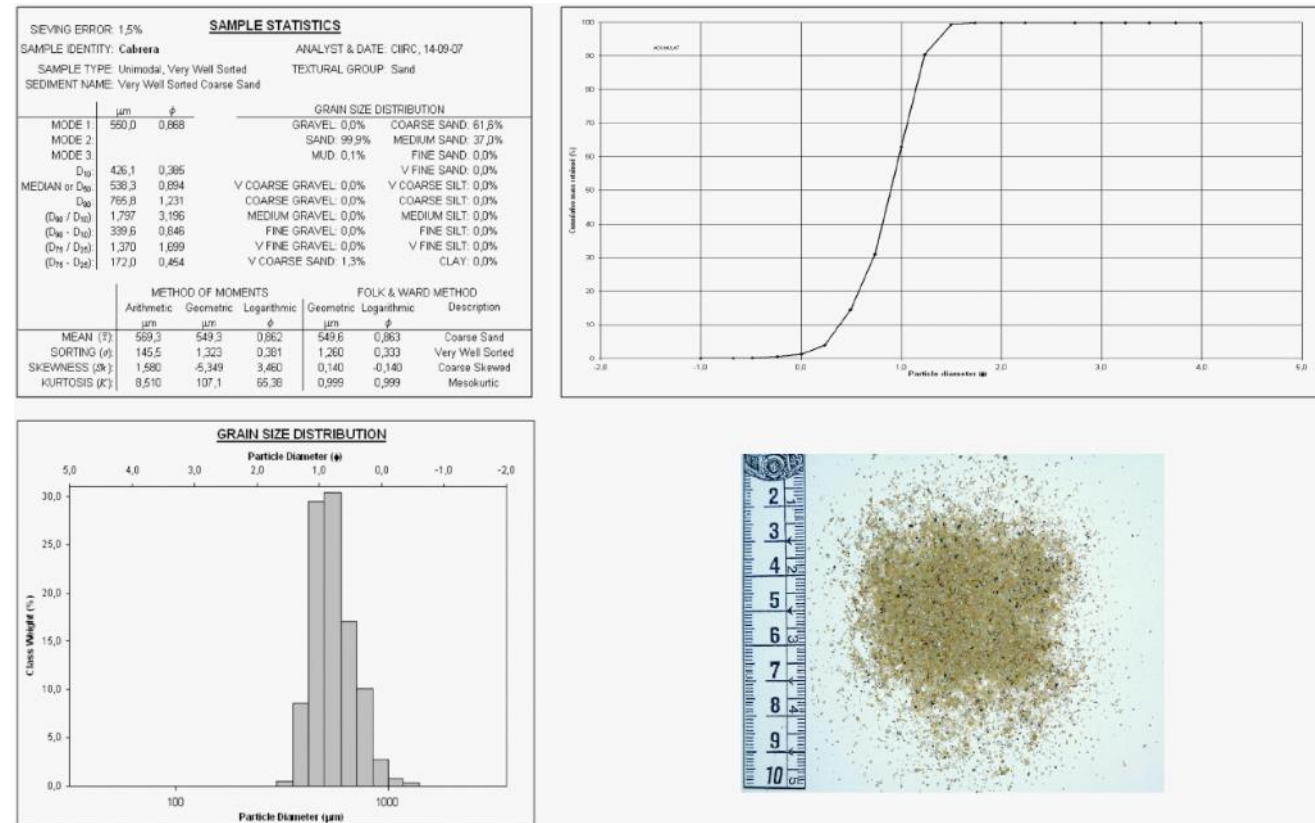
Figura 60. Geología marina en la zona de actuación

Tabla 17. Leyenda del mapa geológico

Tipo morfológico	Tipo morfológico
Abanico submarino	Base del talud continental
Alto estructural	Beachrock e isla barrera sumergida
Ascenso continental y llanura abisal	Borde de canal contomítico
Avalancha de derrubios	Borde de la plataforma continental
Canal	Campo de cráteres de gas (pockmarks)
Canal contomítico	Cicatriz de movimiento de masa
Cañón submarino	Cresta
Cono volcánico	Cuerpo/dorsal de arena
Depresión	Cárcava (gully)
Depresión de colapso	Eje de canal
Deslizamiento	Eje de cañón y valle submarino
Domos y diapiros	Escarpe
Drift contomítico	Escarpe de terraza
Flujo de derrubios	Escarpe estructural
Lagoon	Forma de fondo
Levee	Moat
Montes submarinos, colinas y dorsales volcánicas	Onda de arena, Campo de ondas de arena
Plataforma continental	Onda de sedimento, Campo de ondas de sedimento
Plataforma marginal	Prisma litoral
Prodelta	Rasgo erosivo
Talud continental	Relieve asociado a falla
Volcán de fango	Superficie de abrasión
	Surco erosivo (furrow)

5.5.1. DATOS GRANULOMÉTRICOS

Se muestran los datos granulométricos en la Figura 61. Granulometría del material sedimentario. Fuente: GENCAT, 2008.



5.6. GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES BENTÓNICAS.

Se ha realizado una campaña con sónar de barrido lateral a lo largo de toda la zona de estudio de manera simultánea al levantamiento con sonda multihaz y se ha realizado una filmación con vídeo submarino para verificar los tipos de fondo y hábitats observados.

A partir de los registros obtenidos con el levantamiento con sónar de barrido lateral se generó un mosaico sonográfico con cobertura total de toda la zona de estudio.

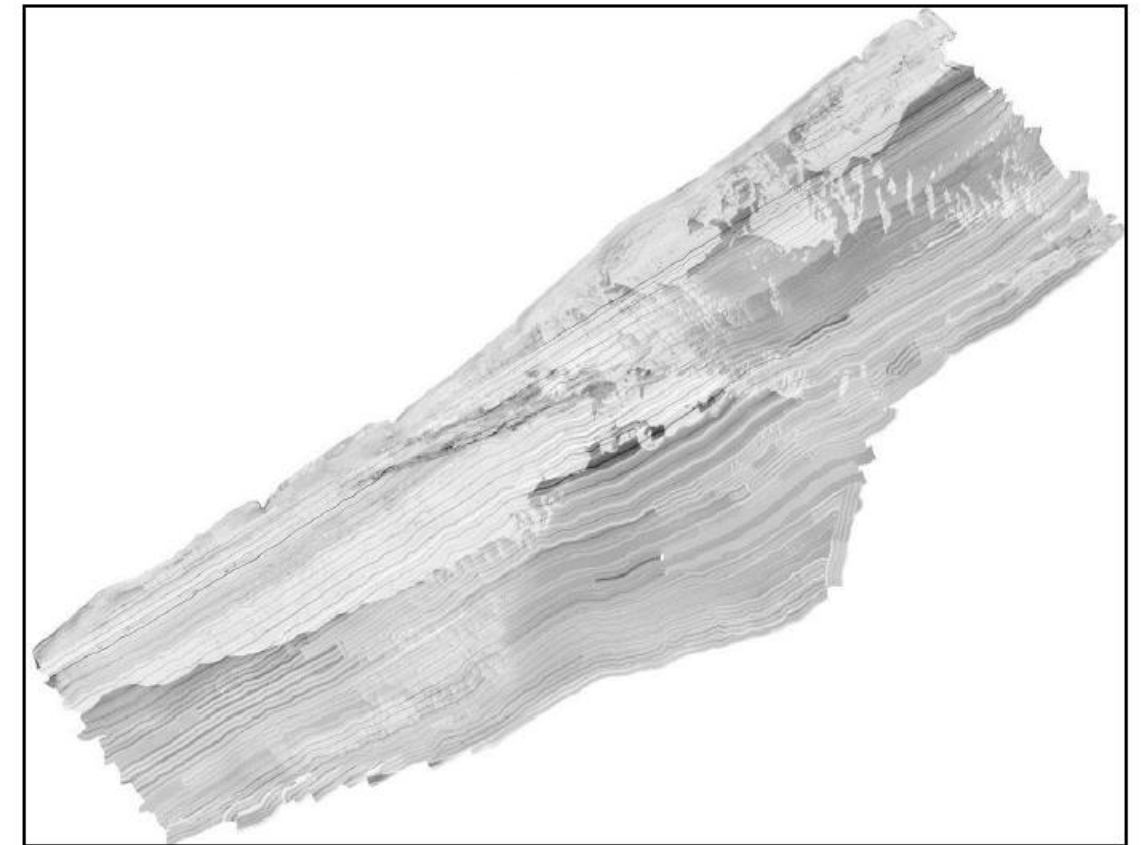
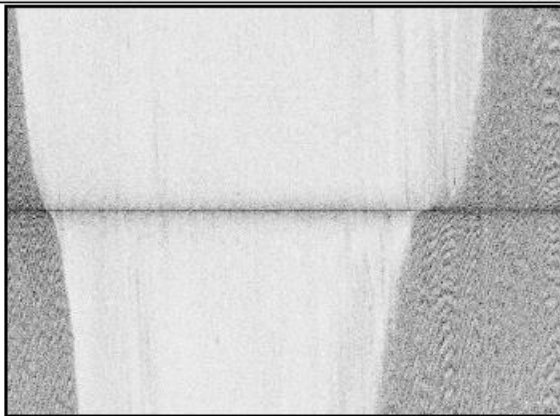
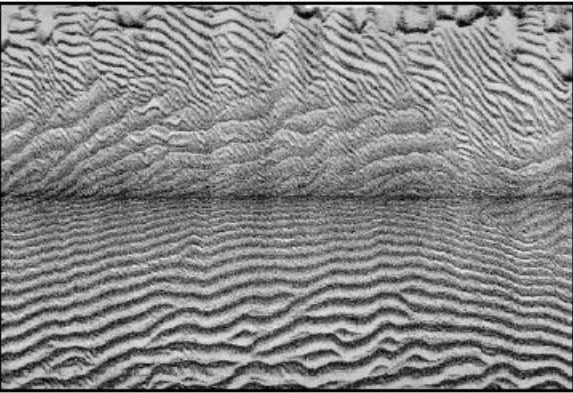



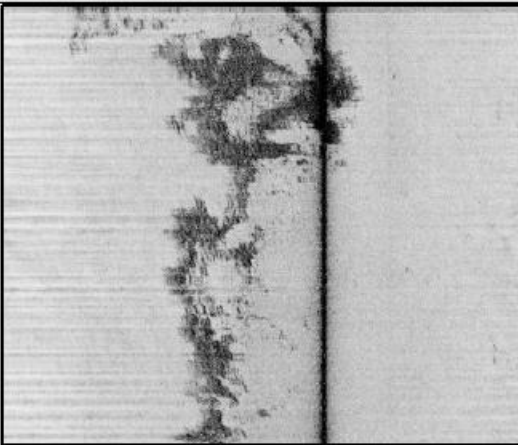
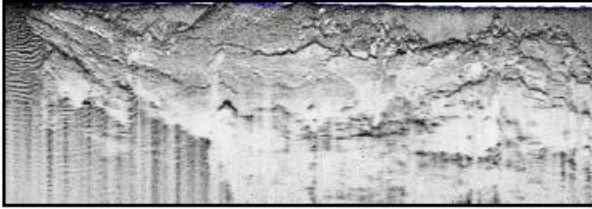
Figura 62. Mosaico de sónar de barrido lateral de la franja costera levantada. Foto aérea procedente del IGN

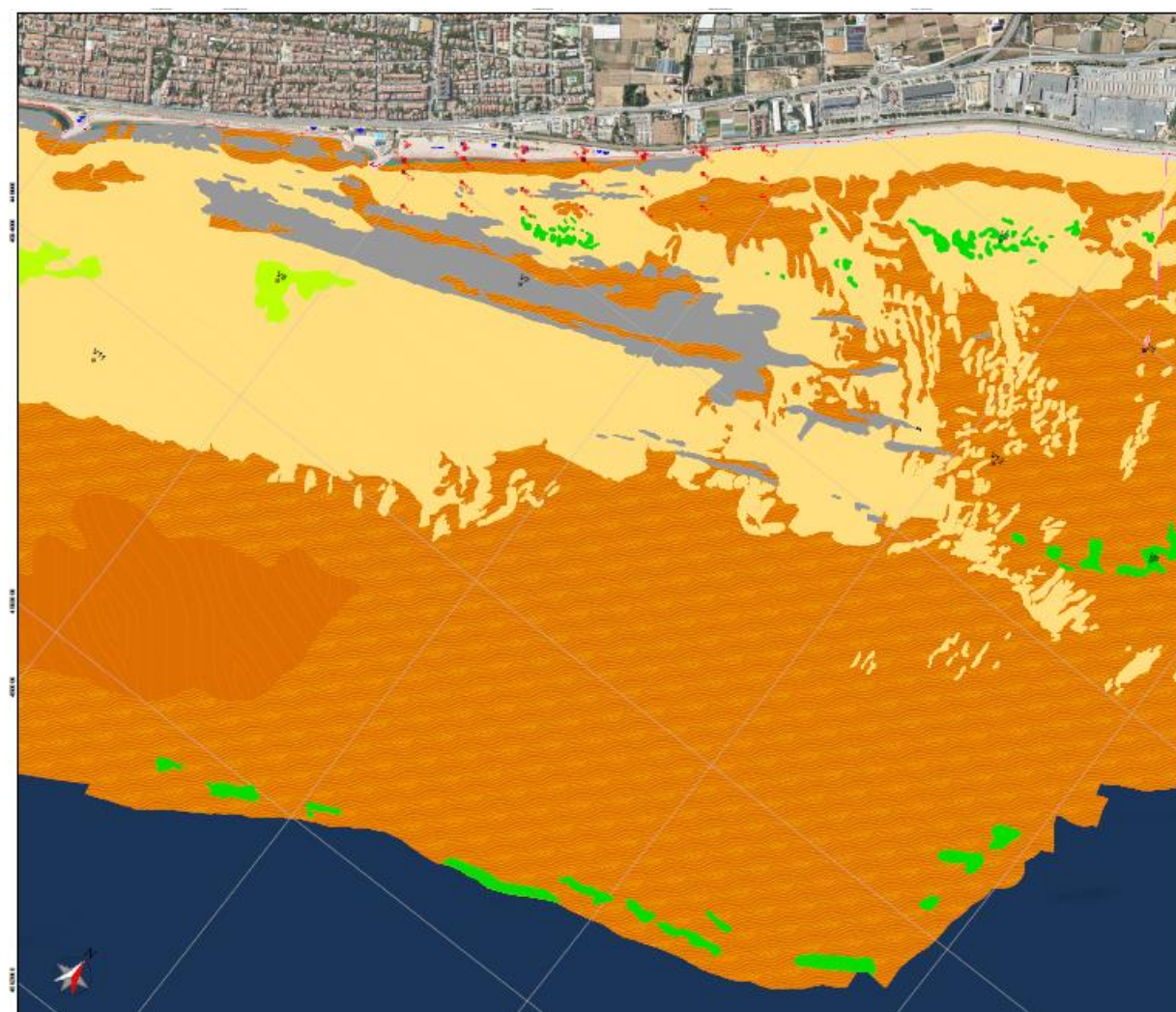
En este mosaico sonográfico se han podido distinguir, según las propiedades reflectivas (facies acústicas), diferentes tipos de fondo, cuyos bordes han sido digitalizados para generar un plano morfológico y de comunidades bentónicas.

A la hora de interpretar la naturaleza de los tipos de fondo observados, tanto desde el punto de vista morfológico como de comunidades bentónicas existentes, se realizó una serie de vídeos submarinos repartidos en la zona de estudio, prestando especial atención en aquellas zonas donde el registro sonográfico dio indicios de la presencia de fanerógamas marinas.

De esta manera se han distinguido los siguientes tipos de fondo según morfología (naturaleza del fondo) y hábitats bentónicos asociados a este tipo de fondo.

HÁBITAT BENTÓNICO	NATURALEZA DEL FONDO	DISTRIBUCIÓN	REGISTRO EN SÓNAR	ESTACIÓN DE FILMACIÓN
Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales	Arena fina	Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio, desde la -3 m a la -17 m. En la mitad noreste menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m.	 Arenas finas rodeadas de arenas gruesas con ripples	V5, V6
	Arenas medias-gruesas enfangadas, con ripples y megaripples	Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17 m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Este tipo de fondo aparece con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio.		V2, V3, V11, V12
Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas	Arena fina	Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5 m a la -10 m formando rodales longitudinales a las isobatas en la mitad suroccidental de la zona de estudio.	 Rodaes de Cymodocea sobre arena fina	V8, V9, V10

HÁBITAT BENTÓNICO	NATURALEZA DEL FONDO	DISTRIBUCIÓN	REGISTRO EN SÓNAR	ESTACIÓN DE FILMACIÓN
Praderas de Posidonia oceanica	Arena fina y media	En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5 m y la -10 m sobre arena fina, y entre -14 m y más allá de la -20 m, sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodales dispersos paralelos a las isobatas.	 Rodal de Posidonia sobre arena fina	V1, V5, V6
Roca circalitoral dominada por invertebrados	Roca	Fondo rocoso costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3 m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos. Afloramiento rocoso oblicuo a costa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5 m a -14 m.	 Afloramientos rocosos rodeado de arena gruesa con ripples	V7



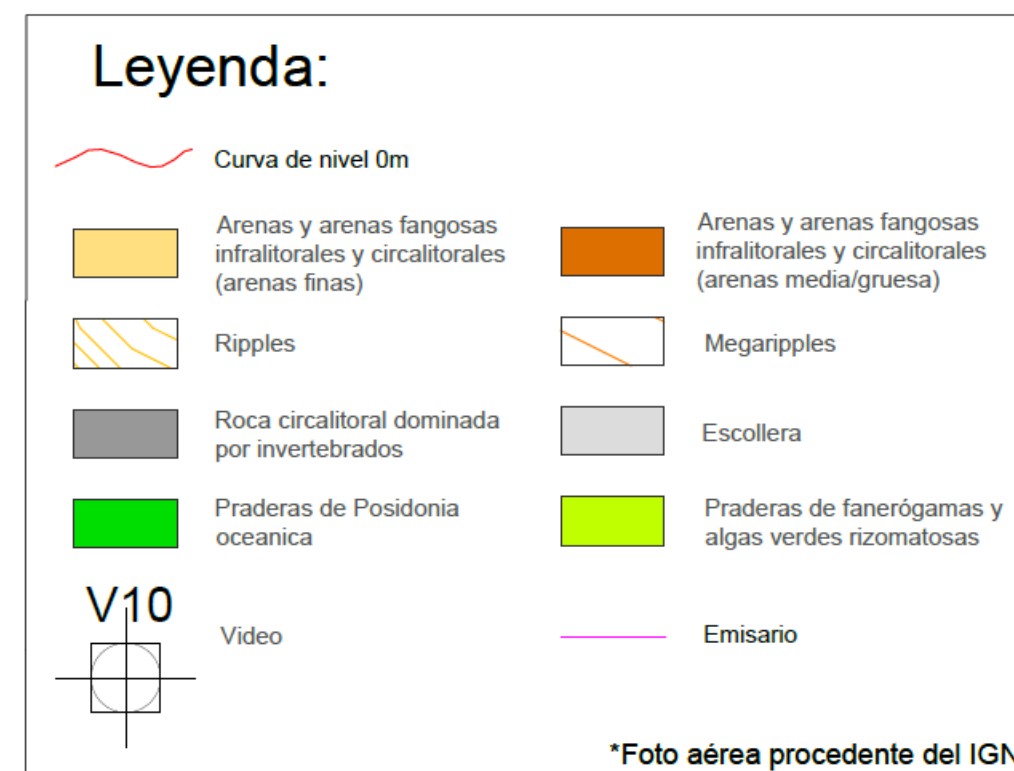
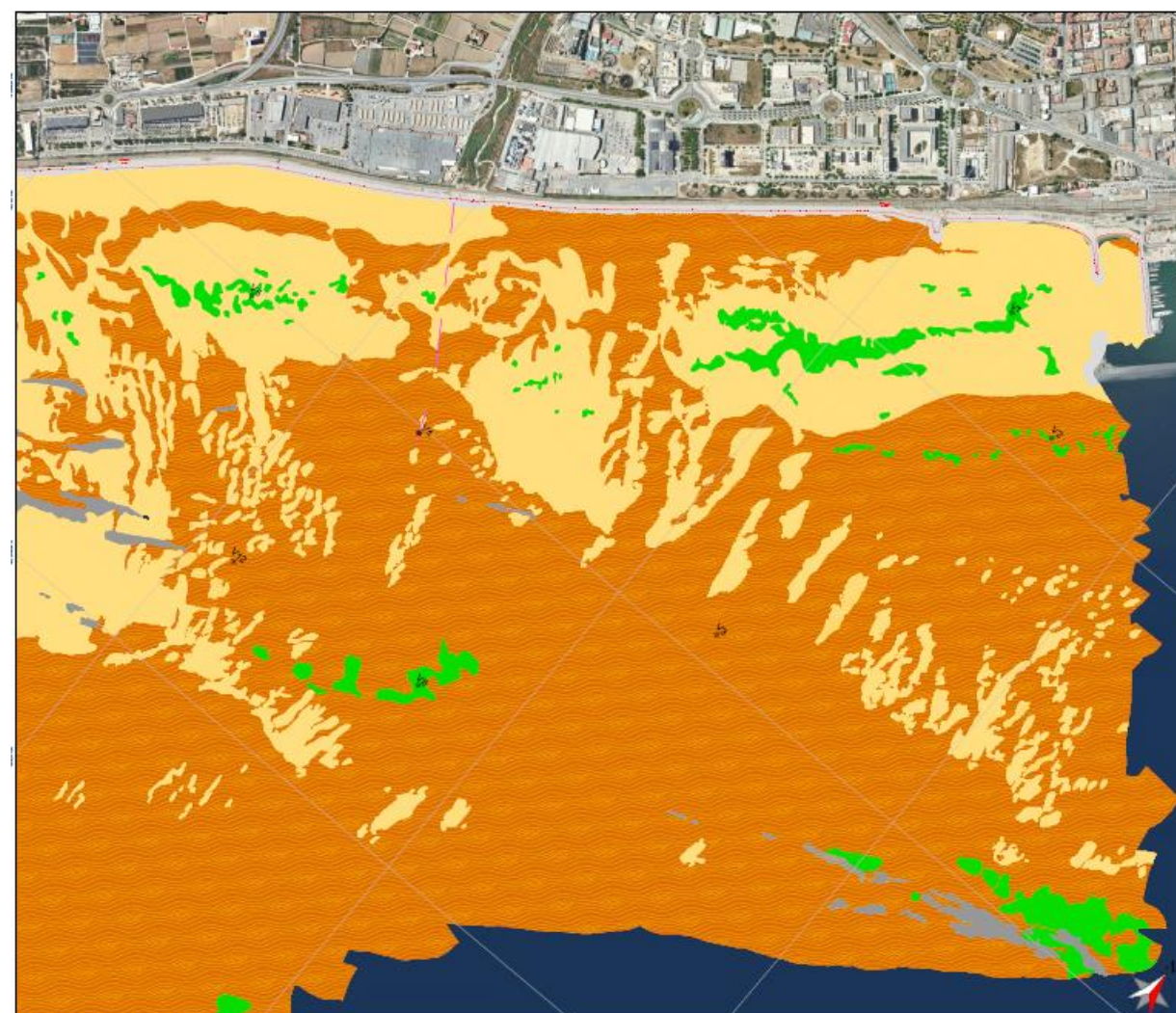


Figura 63. Geomorfología marina y unidades bentónicas

5.7. HÁBITATS MARINOS

5.7.1. COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

El fitoplancton está compuesto por las especies de algas microscópicas y constituye la puerta de entrada de energía solar en el ecosistema pelágico, además de ser la base de su mantenimiento por la constante transferencia de energía hacia otros niveles tróficos (bentos, por ejemplo). En relación a la producción, que también será comentada en este capítulo, los factores que la limitan suelen ser los elementos nutritivos y la luz. En cuanto a la composición específica, en total hay identificadas del orden de unas 500 especies pertenecientes a los grupos Flagelados, Dinoflagelados, Diatomeas, Silicoflagelados, Cianofíceas y Cocolitoforales.

Los parámetros definidores del fitoplancton (biomasa y producción) presentan variabilidad anuales relacionadas con la disponibilidad de nutrientes. En invierno existe una fase de descanso, con valores bajos de producción que da paso en primavera a la época más productiva. En verano desciende el número de células, la clorofila y la producción hasta entrar en invierno, con un segundo máximo relativo.

Finalmente, y en relación al ciclo anual, éste responde a las características estacionales ya comentadas para la calidad del agua. En otoño, en un momento dado, se produce la rotura de la termoclina, el agua se mezcla verticalmente y debido fundamentalmente al aporte de nutrientes (nitratos y fosfatos) tiene lugar una proliferación de diatomeas. Hacia el mes de enero se produce una interrupción en el aumento de fitoplancton.

La principal proliferación de fitoplancton en el ciclo anual tiene lugar entre mediados de febrero y mediados de marzo y, en general, aparece relacionada con la presencia de un afloramiento propiciado, según parece, por la acción del viento y la intercalación de aguas frías en profundidad. Al avanzar la estación, tiene lugar una discontinuidad hidrográfica y el plancton se hace súbitamente muy pobre. En los meses de abril y mayo la composición florística mayoritaria corresponde a las Diatomeas y a continuación la estratificación estival, marcada por intensos gradientes y un empobrecimiento casi absoluto en nutrientes de las aguas superficiales, con predominio en este caso de Dinoflagelados.

El zooplancton tiene a su cargo, como primer nivel de consumidores el concentrar la materia y la energía producidas por el fitoplancton que, debido a sus reducidas dimensiones y a su dispersión en el medio, requeriría un consumo de energía desproporcionado a su valor nutritivo si tuviese que ser explotado por los peces directamente. El grupo más abundante es el de los Copépodos. Desde el punto de vista del funcionamiento de la red trófica, herbívoros y omnívoros componen entre el 70 y 95% de los grupos, en función de la época del año.

5.7.2. COMUNIDADES BENTÓNICAS

La cartografía bionómica se ha obtenido tal y como se ha comentado en el apartado anterior.

Para establecer la nomenclatura de los hábitats marinos, se ha seguido la clasificación jerárquica del “Inventario Español de Hábitats y Especies marinos (IEHEM)”. El Inventario se constituye como el instrumento para recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y la utilización de patrimonio natural, con especial atención a los elementos que precisen medidas específicas de conservación o hayan sido declarados de interés comunitario.

Tal y como prevé la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos forma parte de otro global denominado Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, regulado a través del Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

De esta manera se han identificado los siguientes 4 hábitats:

030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales: se localizan en primer lugar en una zona de arena fina. Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio desde la -3 a la -17 m. En la mitad noreste es menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m. Se localizan también sobre arenas medias-gruesas enfangadas con ripples y megaripples. Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Aparecen con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio.

En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes suelen ser principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, la fauna está constituida mayoritariamente por moluscos (bivalvos y gastrópodos), crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros.

030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas: Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5m y la -10m formando rodales longitudinales a las isobatas e la mitad suroccidental de la zona de estudio. Esta fanerógama, de un tamaño notablemente inferior al de Posidonia oceánica, presenta un desarrollo marcadamente estacional, cuyo crecimiento se produce entre mayo y octubre, siendo muy acusado en los meses de verano. Durante el invierno puede llegar a perder la totalidad de las hojas, persistiendo sólo los rizomas. Cymodocea nodosa es, después de Posidonia O, la segunda fanerógama marina en importancia en el Mediterráneo, por su envergadura y por la extensión que ocupan sus praderas. Es un hábitat incluido en 2011 en el ‘Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial’ y que por tanto debe ser protegido. Se trata de una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental. Crece desde las aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad. Se encuentra muy diseminada y ocupa generalmente pequeñas extensiones, casi siempre sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos y, más raramente, rocosos. Esta especie fanerógama rizomatosa, además de estabilizar el sustrato con su sistema radicular, sirve como soporte para una gran cantidad de algas filamentosas e invertebrados, que se instalan sobre sus hojas, y como lugar de desarrollo de una gran cantidad de alevines y juveniles de peces propios de los fondos rocosos, que encuentran aquí un ambiente propicio, con abundancia de alimento y sin los depredadores de las zonas rocosas, por lo que tiene gran valor ambiental

030512 - Praderas de Posidonia oceánica: Se localizan sobre arena fina y media. En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5m y la -10 m sobre arena fina y entre la -14m y más allá de la -20 m sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodeles dispersos paralelos a las isobatas.

030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados: fondo costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos. Afloramiento rocoso oblicuo a la costa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5m a -14m.

5.7.2.1. 030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales

Hábitat caracterizado por sedimentos finos, fangosos y ricos en materia orgánica. El hidrodinamismo no sólo determina la granulometría del sedimento, sino también la composición, diversidad y abundancia de las distintas especies que conforman las comunidades de este tipo de fondos sedimentarios. Predominan las comunidades de bivalvos y poliquetos.

Abarca, de forma general, desde profundidades escasas, por debajo de las playas de arena (0.5 m.) en la zona sumergida, hasta aproximadamente los 70 m.

En un primer nivel batimétrico, en la franja de los 3 ó 4 primeros metros de profundidad, aparecen las arenas finas superficiales sometidas a la acción del oleaje. En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes son principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae. Es también muy característico en las costas del sur y sureste ibérico el gasterópodo Nassarius granum.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, donde el oleaje deja de tener un efecto directo, aparecen unas arenas muy homogéneas de origen terrígeno poco enfangadas; son las denominadas en el Mediterráneo “arenas finas bien calibradas” que ocupan grandes extensiones, entre los 5 y 20 m de profundidad. La fauna de este tipo de fondos está

constituida mayoritariamente por moluscos, crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros. En las costas atlánticas las especies más características de los fondos someros infralitorales de arenas finas ligeramente fangosas son *Echinocardium cordatum* y *Ensis* spp. En las costas atlánticas, en arenas medias o finas con poca materia orgánica y buena oxigenación de la parte superior del piso infralitoral, aparece la denominada “comunidad boreal-lusitana de *Tellina*”, donde dominan los bivalvos *Angulus tenuis* y *Cerastoderma edule* y el poliqueto *Nephtys cirrosa*. Según se progresa en profundidad y disminuye el tamaño de grano, esta comunidad se va transformando con la adición de nuevas especies, como el bivalvo *Nucula turgida*, el molusco escafópodo *Dentalium dentalis* o el poliqueto *Chaetozone setosa*, este último en zonas con mayor contenido en materia orgánica.

5.7.2.2. 030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas

Estas praderas están formadas por fanerógamas como *Ruppia cirrhosa*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* y algas verdes rizomatosas como *Caulerpa prolifera* o *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Pueden encontrarse tanto en lagunas costeras o estuarios, como en zonas abiertas.

Se asientan sobre fondos arenosos, arena fangosos e incluso fangos cuando se trata de las algas del género *Caulerpa*. La comunidad acuática de estas praderas está formada por especies eurihalinas, que toleran elevada salinidad y altas temperaturas, características de este tipo de hábitats.

Dentro de este hábitat destacan las praderas del alga verde *Caulerpa prolifera*, que constituyen una de las escasas comunidades formadas por un alga de origen subtropical capaz de fijarse sobre los fondos arenosos. Se hallan generalmente en aguas someras y cálidas de zonas protegidas, como bahías semicerradas y lagunas costeras. Si bien es una comunidad menos diversa y compleja estructuralmente que la de las fanerógamas, la fauna asociada reviste un especial interés, por cuanto alberga animales singulares que se alimentan de ella, a pesar de que contienen diversos compuestos tóxicos. También aparecen contempladas en este hábitat praderas de la especie invasora *Caulerpa racemosa* que ha demostrado su alto potencial invasor colonizando una gran variedad de sustratos. A menudo aparece acompañando a las fanerógamas *Cymodocea nodosa* o *Zostera noltii*.

Las praderas de las fanerógamas *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* y *Zostera marina* presentan variaciones de su fauna asociada en función de la profundidad y las especiales características que de las lagunas costeras (salinidad, temperatura, iluminación).

5.7.2.3. 030512 - Praderas de *Posidonia oceánica*

Las praderas de *Posidonia oceánica* se encuentran únicamente en el Mediterráneo, ya que se trata de una especie endémica de este mar.

Las densas praderas que forma pueden encontrarse desde la superficie hasta una profundidad variable de hasta 40 metros de profundidad, dependiendo de la transparencia del agua. En las áreas insulares mediterráneas con aguas muy claras (como en las islas Baleares), puede encontrarse hasta unos 40 m de profundidad. Sin embargo, en las costas de la península Ibérica no suele sobrepasar los 30 m, debido a la menor transparencia de las aguas.

Puede crecer tanto sobre sustratos sedimentarios como rocosos, si bien, por lo general se instala sobre fondos duros en las aguas más someras y en zonas abiertas sometidas a un hidrodinamismo intenso; mientras que en las grandes ensenadas o a mayor profundidad, donde el hidrodinamismo es menor, se instala preferentemente sobre sustratos arenosos.

Se trata de una planta muy exigente en sus requerimientos ecológicos y no tolera grandes variaciones de salinidad, por lo que no se halla en las lagunas salobres o hipersalinas, o en las zonas próximas a las desembocaduras de los ríos.

Esta planta es la de mayor envergadura de las fanerógamas marinas de nuestras costas y la que forma praderas más densas y extensas. Presenta gruesos rizomas leñosos y las hojas pueden alcanzar más de un metro de largo. El desarrollo vertical lo utiliza para escapar de la sedimentación y el horizontal para colonizar el sustrato. Los rizomas forman una intrincada red que está parcialmente enterrada.

Puede considerarse una planta indicadora de aguas limpias, bien oxigenadas y exentas de contaminación. Es muy sensible a la eutrofización, a la mayor parte de los contaminantes y tampoco tolera tasas altas de sedimentación. Las praderas más extensas y mejor conservadas de nuestras costas se encuentran en el archipiélago balear y en el litoral levantino.

Dentro de estas praderas podemos distinguir dos grandes hábitats o estratos: el foliar y el del entramado de rizomas, con muy diferentes características. El estrato foliar constituye un hábitat efímero y relativamente inestable (las hojas se van renovando continuamente), sometido a un continuo movimiento por el hidrodinamismo y a la acción de ramoneo de algunas especies, como las salpas o los erizos. Sobre dicho estrato se instala una comunidad fotófila de animales que viven fijos a la superficie de las hojas entre los que se encuentran principalmente algas, cnidarios, poliquetos, briozoos y foraminíferos. El estrato de rizomas es más estable y presenta, a su vez, mayor complejidad, pudiendo alcanzar un grosor considerable y albergar un gran número de nichos ecológicos (distintos si la pradera está en fondos blandos o duros y por la profundidad). Pero, además de las comunidades asociadas a hojas y rizomas, puede distinguirse una tercera comunidad de especies nadadoras que se desplazan por la pradera en busca de refugio o alimento. Dicha comunidad está compuesta principalmente por peces (muy abundantes labridos, espáridos y singnátidos) pero también por diversos crustáceos, como los pequeños misidáceos, o por algunos cefalópodos, como las sepias (*Sepia officinalis*).

Una de las especies más notorias y características de las praderas es la nacra *Pinna nobilis*, cuya parte basal se asienta en el estrato de rizomas, pero cuya parte apical sobresale sobre el estrato foliar.

Existe una enorme complejidad en las comunidades animales y vegetales que habitan las praderas, dada la gran biodiversidad que albergan.

5.7.2.4. 030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados

Hábitat rocoso del piso circalitoral caracterizado por la ausencia de algas debido a una notable disminución de luz. Las comunidades que dominan este ambiente están constituidas mayoritariamente por invertebrados, aunque las facies no están dominadas por una sola especie, sino que se presentan como un mosaico. La fauna característica se ve principalmente afectada por el hidrodinamismo, la turbidez o la topografía del fondo.

5.7.3. ESPECIES PROTEGIDAS

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres y sustituye los anexos del Real Decreto 1997/1995, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Real Decreto 1193/1998), culminando la incorporación de la Directiva Hábitats europea y sus necesarias trasposiciones al derecho español, ha introducido de una forma inequívoca en su artículo 55 el concepto de “especie amenazada”, considerando como tales las incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas en las categorías de “En Peligro de Extinción” o “Vulnerable”. El actualmente vigente Código Penal (Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, modificada por la Ley Orgánica 15/2003), tipifica como delito las acciones contra especies amenazadas.

El Catálogo Español de Especies Amenazadas recoge varias especies marinas de distribución variable en la zona de trabajo:

Se encuentran incluidas en el listado de Especies Silvestres en Régimen de protección Especial la *Posidonia oceánica* y la *Cymodocea nodosa*.

La especie *Caretta caretta* encuentra catalogada como vulnerable en el listado. Se encuentra dentro de la ZEC Cotes del Maresme, cercano al ámbito de estudio.

Existe una estrategia de conservación para la *Caretta caretta*.

5.8. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO TERRESTRES.

La Directiva Hábitats define como tipos de hábitat naturales de interés comunitario a aquellas áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas, que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la UE:

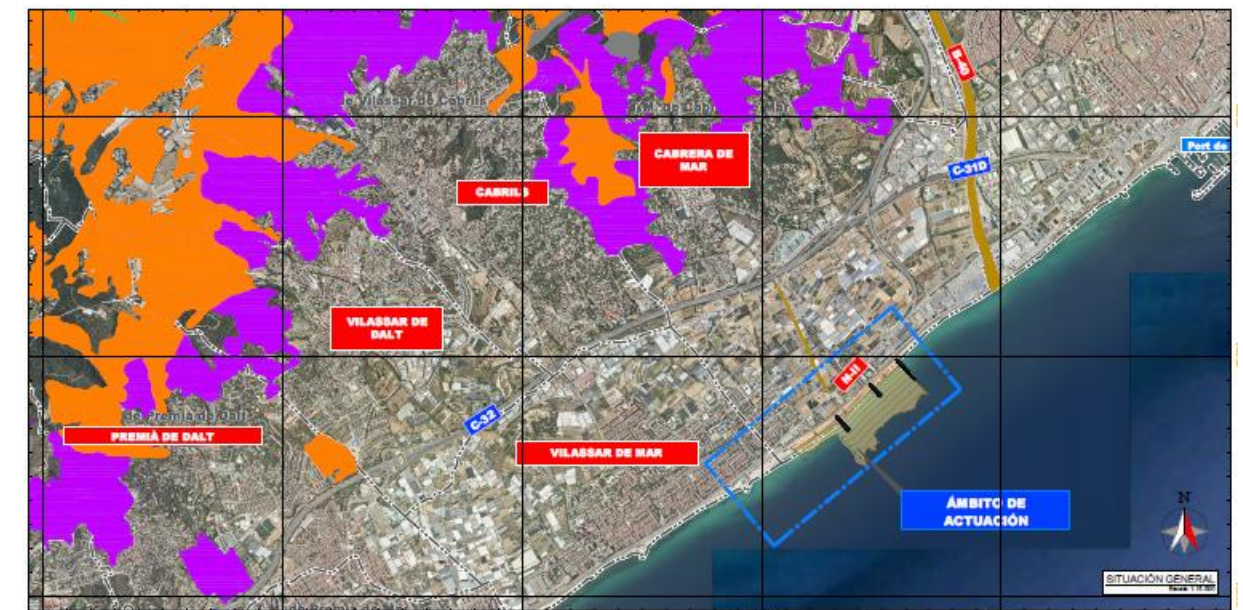
- se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o bien
- presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a que es intrínsecamente restringida,
- o bien constituyen ejemplos representativos de una o de varias de las regiones biogeográficas de la Unión Europea.

De entre ellos, la Directiva considera tipos de hábitat naturales prioritarios a aquéllos que están amenazados de desaparición en el territorio de la Unión Europea y cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

En total, el anexo I de la Directiva identifica 231 tipos de hábitat de interés comunitario. Su descripción y su caracterización ecológica están recogidas en el Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea.

Del conjunto de tipos de hábitat incluidos en el anexo I de la Directiva, 118 (un 51%) están reconocidos oficialmente como presentes en España, según las listas de referencia correspondientes a las regiones biogeográficas Alpina, Atlántica, Macaronésica y Mediterránea y a las regiones marinas Atlántica, Macaronesia y Mediterránea.

No se afecta a ningún hábitat de interés comunitario terrestre del ámbito de estudio.



HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO

- 91E0-Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*
- 92D0-Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos
- 8220-Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica
- 9340-Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*
- 9540-Pinares mediterráneos de pinos mesageanos endémicos

Figura 64. Hábitats de interés comunitario. Fuente: Generalitat de Catalunya

5.9. CLIMA MARÍTIMO

En el anejo 6 del proyecto se describe de forma amplia el clima marítimo.

El objetivo del presente apartado es recoger todos los datos e información sobre clima marítimo, con el objetivo de conocer:

- a. la altura de ola de cálculo, así como el resto de los parámetros que definen el estado del mar, que se empleará para el análisis de las posibles obras que sean necesarias para la estabilización de la costa
- b. el nivel del mar que se empleará en los cálculos, tomando en consideración tanto el nivel de marea y residuo meteorológico como la elevación prevista que se debe al cambio climático
- c. la ola de cálculo que se emplee para definir la dinámica litoral de la zona de interés

Ello se analizará en el punto empleado como fuente de datos se propagará a la costa mediante la aplicación de los modelos matemáticos convenientes, y que más adelante se describen.

5.9.1. FUENTES DE DATOS PARA EL OLAJE Y NIVEL DEL MAR

Los datos de oleaje proceden de la red SIMAR, y los de nivel del mar, de la red REDMAR, ambas desarrolladas y mantenidas por Puertos del Estado.

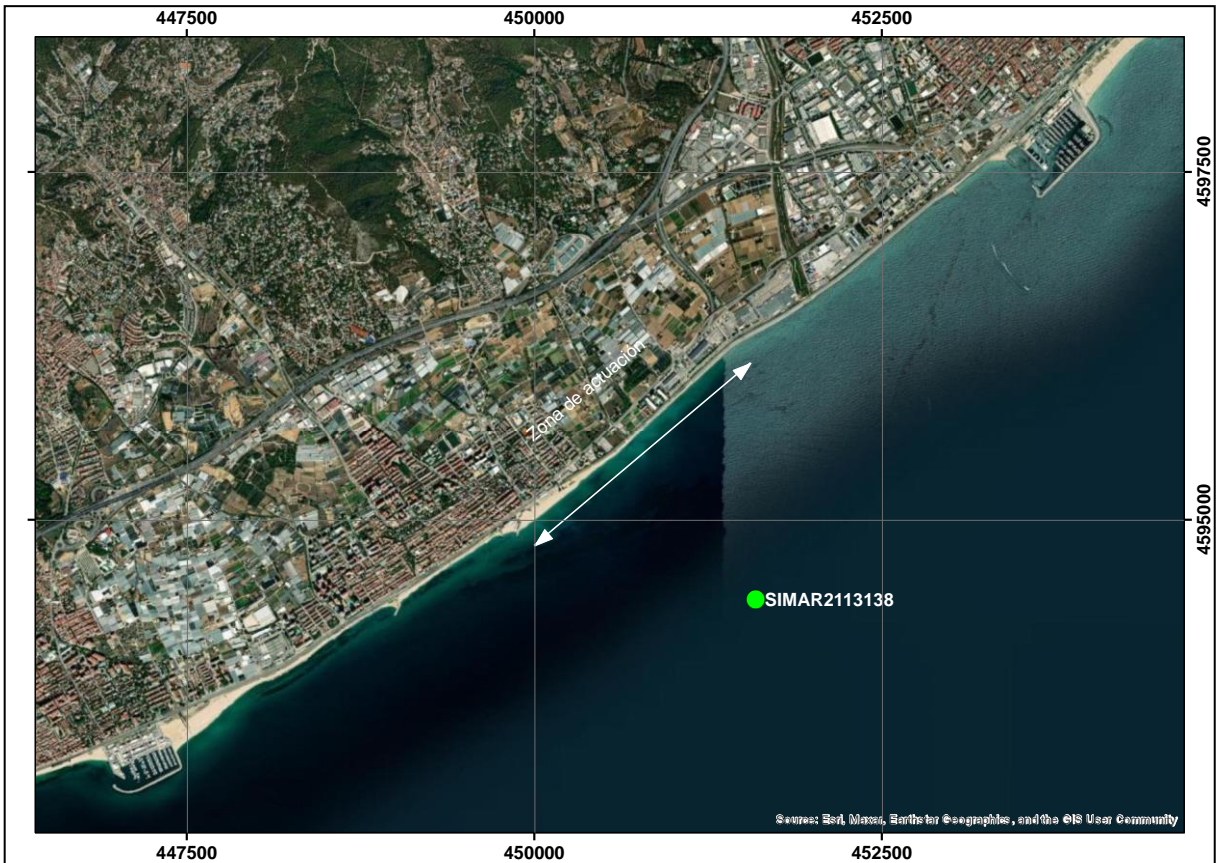


Figura 65. Fuente de datos de oleaje

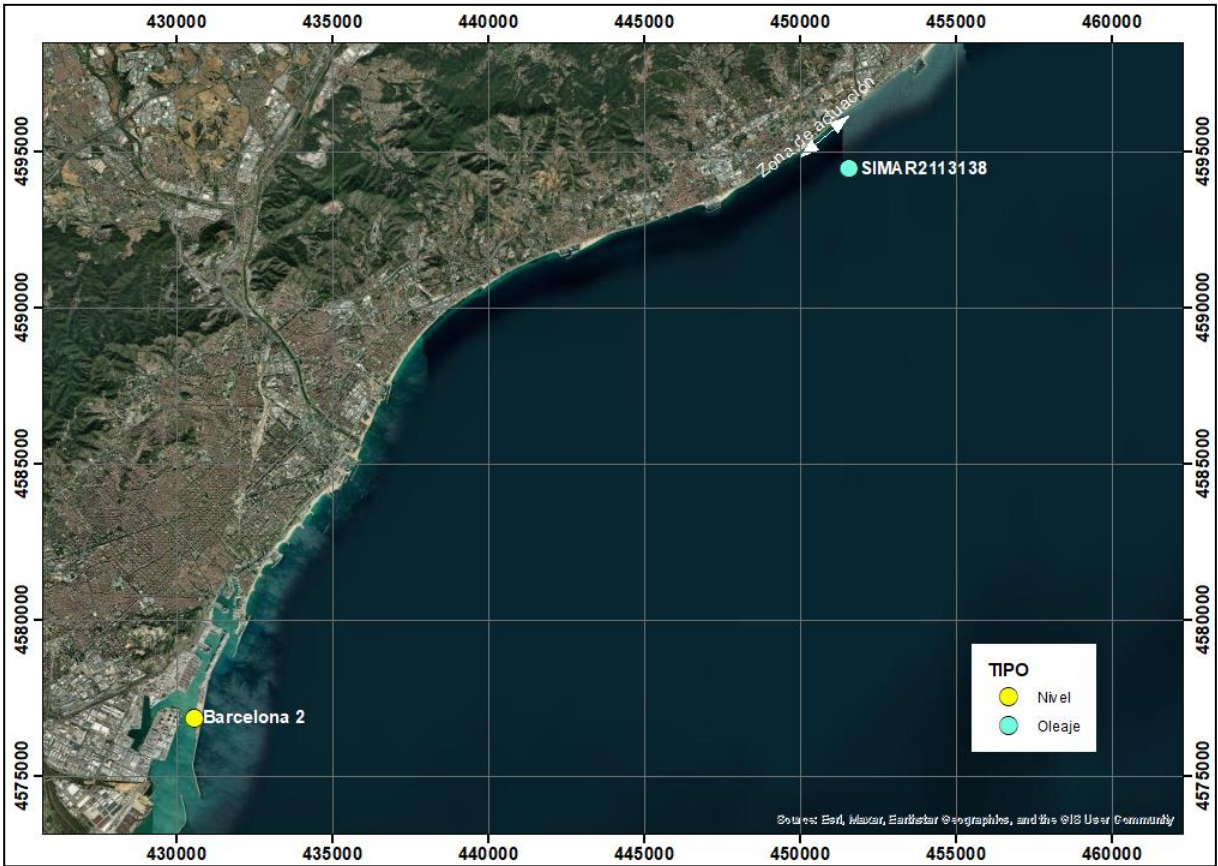


Figura 66. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar

Tabla 18.Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar

DATO	Tipo	Red	X	Y	Desde	A	Longitud [años]
SIMAR 2113138	Oleaje	SIMAR	2.4ºE	41.5ºN	01/01/1958	02/08/2023	65.63
3758 – Barcelona 2	Nivel	REDMAR	2.17ºE	41.34ºN	01/01/1993	02/08/2023	30.60

Con respecto al nivel del mar, se muestra el esquema de coordenadas verticales en cada uno de los tres mareógrafos en las figuras siguientes.

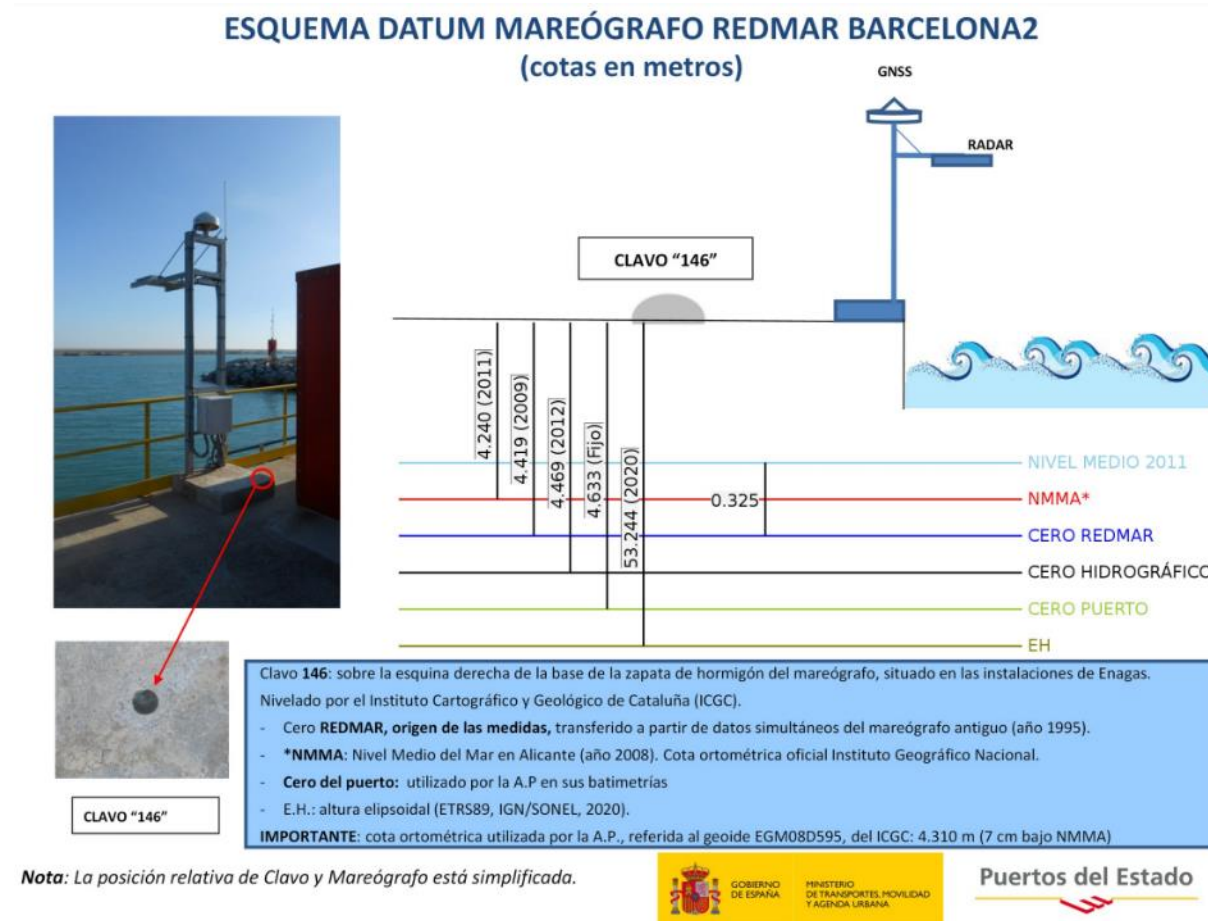


Figura 67. Esquema del datum del mareógrafo de Barcelona 2. Fuente: Puertos del Estado

Así, las correcciones a practicar en los niveles, antes de introducir el dato en el “surge” del modelo de propagación de oleaje, serán:

Tabla 19. Correcciones al nivel del mar (desde el clavo de referencia)

Mareógrafo	REDMAR [m]	NMMA [m]	Corrección [m]
Barcelona 2	4.419	4.240	0.179

5.9.2. ANÁLISIS DE DATOS DE NIVEL DEL MAR EN 3758 – BARCELONA 2

Se proporcionan a continuación las series temporales e histogramas de nivel total, residuo meteorológico y marea astronómica, y la distribución de probabilidad del nivel total en los tres mareógrafos considerados.

Los datos están referidos al nivel REDMAR. Se han calculado también las tendencias pues, aunque no se utilizan en el presente trabajo, pueden ser útiles a la hora de tomar decisiones respecto al DPMT.

5.9.2.1. Series temporales

Se muestran las series temporales en primer lugar.

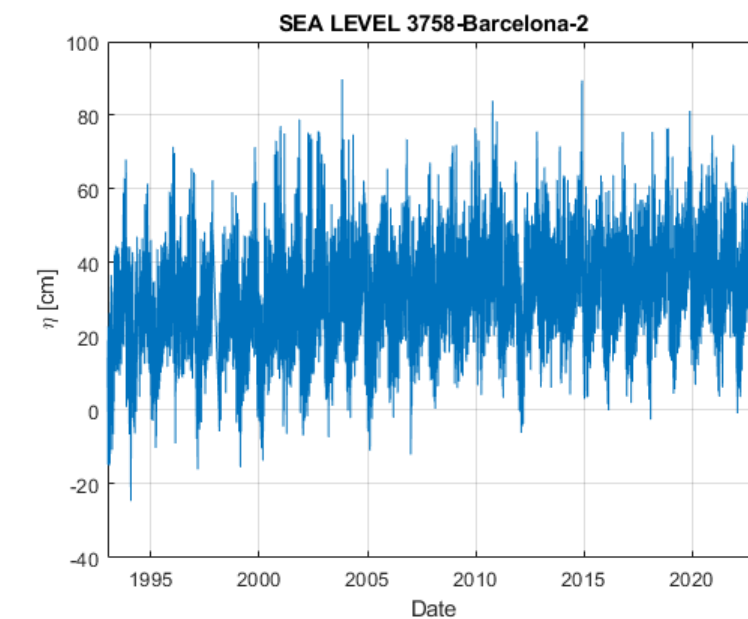


Figura 68. Serie temporal de nivel total

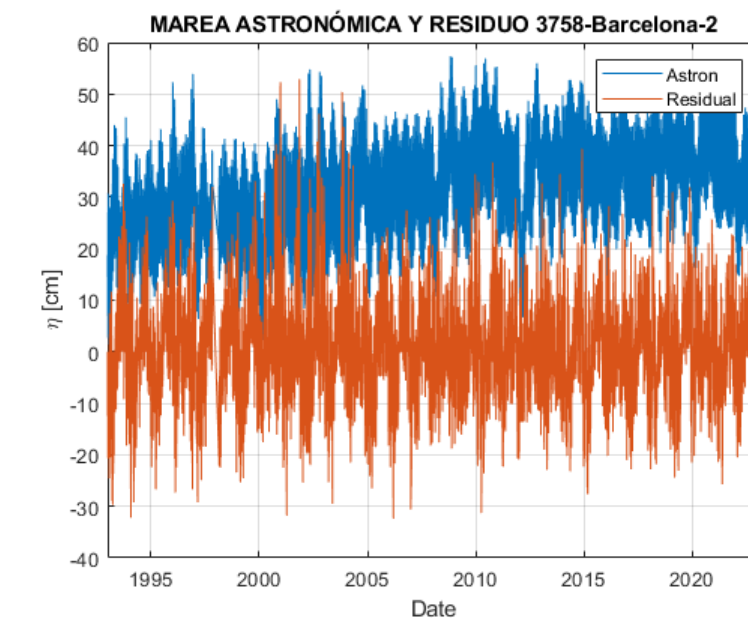


Figura 69. Series temporales de marea astronómica y residuo meteorológico

5.9.2.2. Distribución de probabilidad

El nivel total más probable (referido a REDMAR) es $\eta = 32.00$ cm. Referido al NMMA este nivel es: $\eta = 31.82$ cm

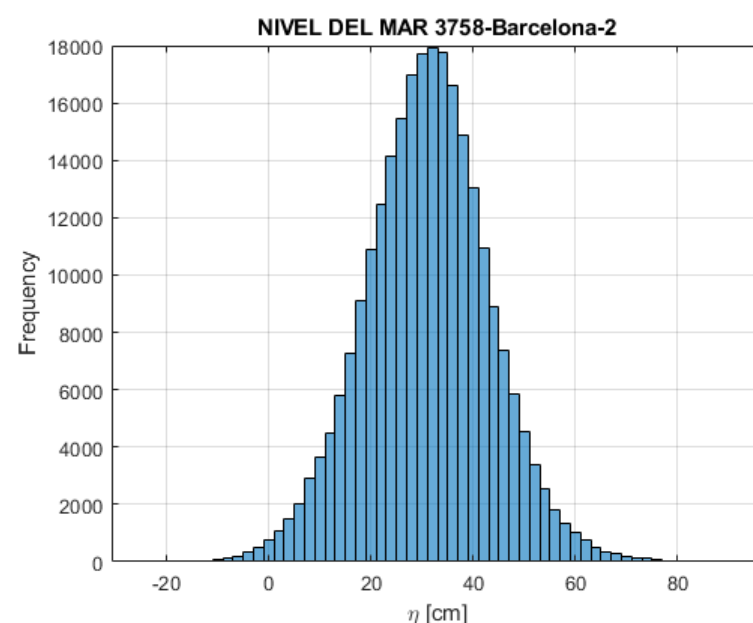


Figura 70. Histograma del nivel total del mar

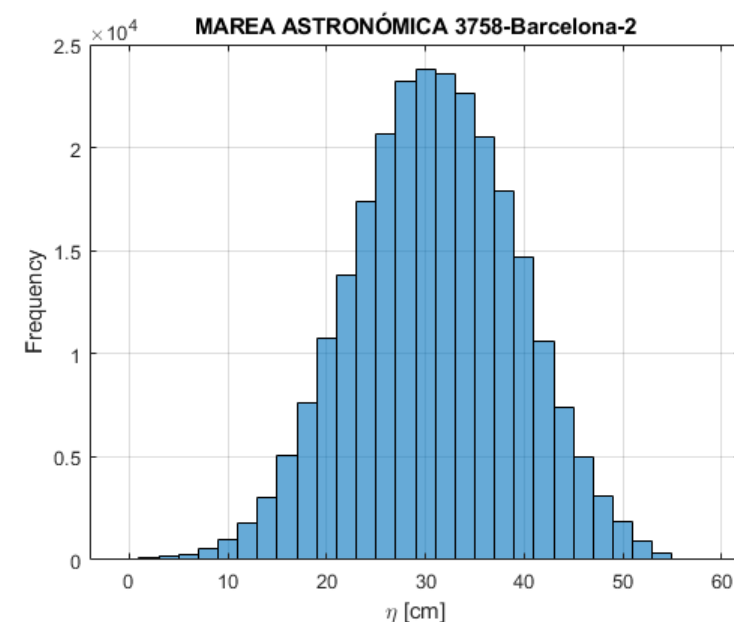


Figura 71. Histograma de la marea astronómica

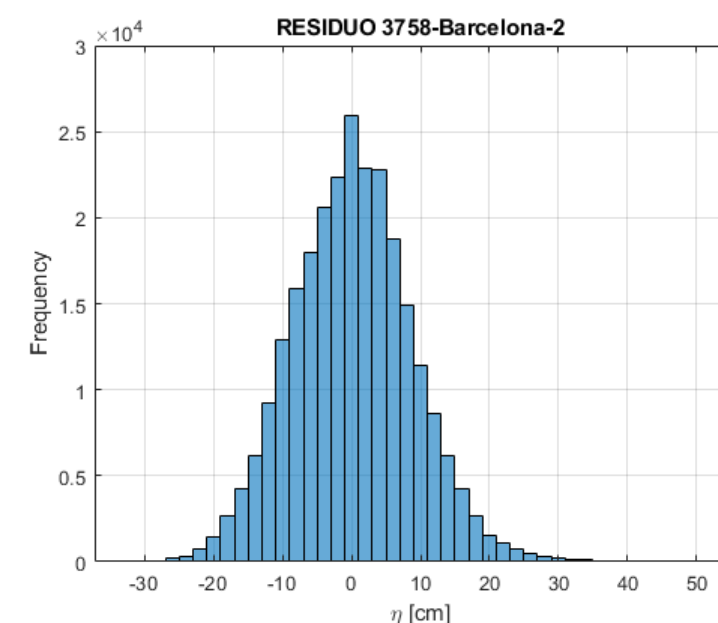


Figura 72. Histograma del residuo meteorológico

5.9.2.3. Ajuste normal

Calculamos la media, desviación standard y los intervalos de confianza del 95%.

Tabla 20. Parámetros de ajuste de la distribución normal al nivel total del mar (REDMAR)

	V. medio	Int. Conf. 95%	
1 mu	31.0097	30.9628	31.0566
2 sigma	12.1516	12.1185	12.1849

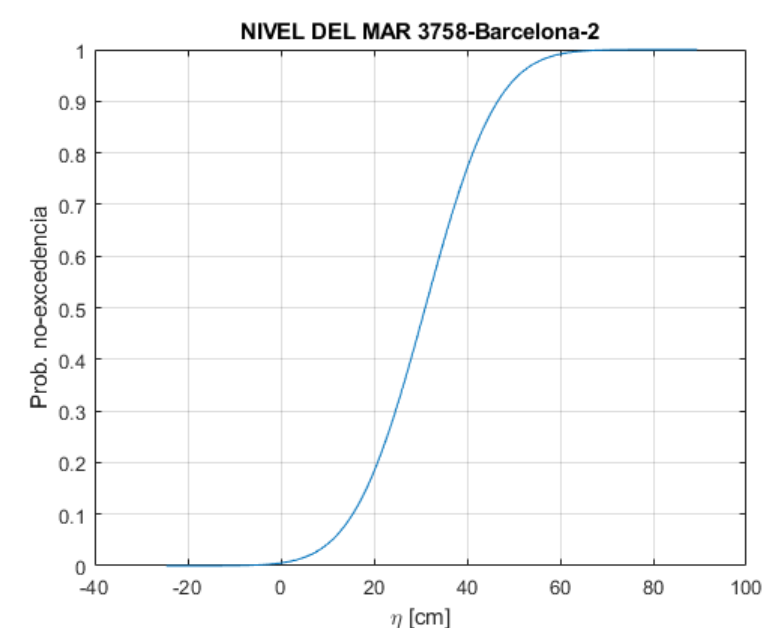


Figura 73. Función de distribución normal para el nivel total (REDMAR)

Tabla 21. Parámetros de ajuste del residuo meteorológico a la distribución normal (REDMAR)

	V. medio	Int. Conf. 95%	
1 mu	0.0902	0.0564	0.1240
2 sigma	8.7581	8.7343	8.7821

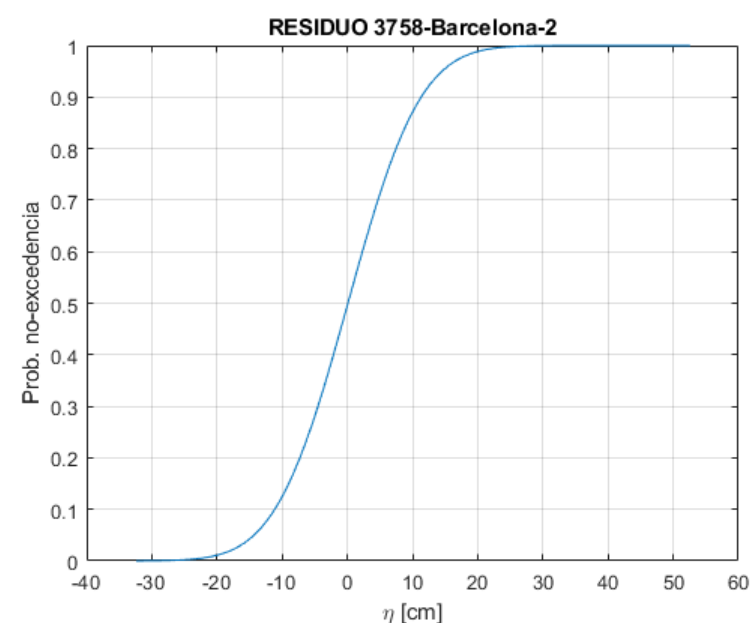


Figura 74. Función de distribución normal para el residuo meteorológico (REDMAR)

Tabla 22. Parámetros de la distribución normal para la marea astronómica (REDMAR)

	V. medio	Int. Conf. 95%	
1 mu	30.8930	30.8610	30.9250
2 sigma	8.2898	8.2673	8.3125

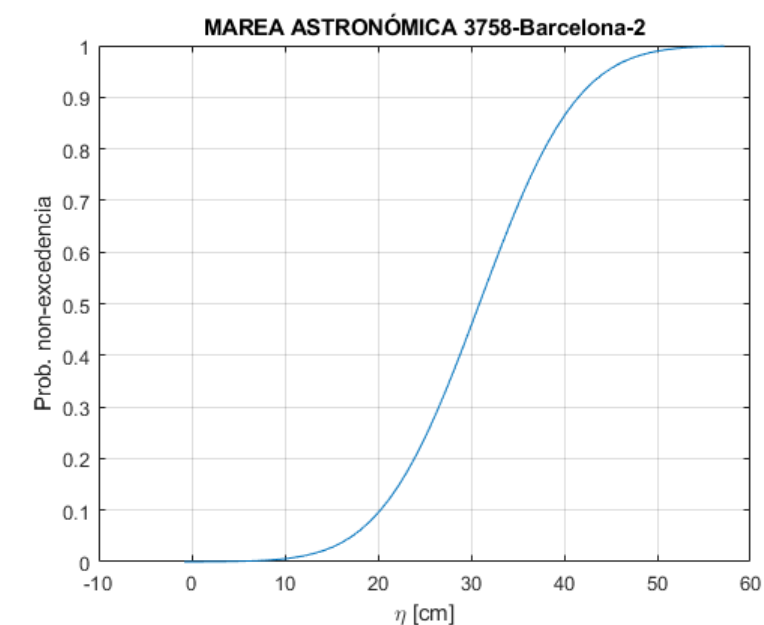


Figura 75. Función de distribución normal para la marea astronómica (REDMAR)

5.9.2.4. Tendencia

Se ha obtenido la recta de regresión lineal para el nivel total del mar, con objeto de identificar la tendencia en los años de registro.

Tabla 23. Tendencia en el mareógrafo Barcelona 2 (datos referidos a nivel REDMAR)

	Nivel in. [cm]	Nivel fin. [cm]	Dif. [cm]	Dif. anual [cm/año]
1	22.9812	38.9340	15.9528	0.5296

Los datos gráficos se muestran en la Figura 76. Tendencia en mareógrafo Barcelona 2 (referido a nivel REDMAR).

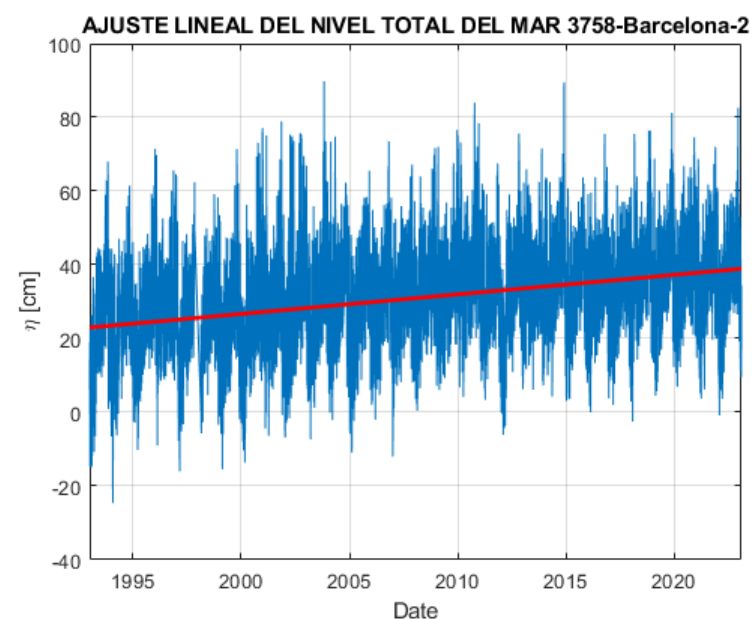


Figura 76. Tendencia en mareógrafo Barcelona 2 (referido a nivel REDMAR)

5.9.3. CAMBIO CLIMÁTICO

5.9.3.1. Introducción

El cambio regional relativo del nivel del mar, o el cambio del nivel del mar como se observa en tierra, está influenciado por múltiples procesos físicos que varían tanto en el espacio como en el tiempo, y que pueden conducir a grandes desviaciones regionales de la tasa a largo plazo del aumento medio mundial del nivel del mar. Identificar los diferentes procesos que contribuyen al cambio del nivel del mar en un lugar en particular es importante, ya que comprender los impulsores del cambio local del nivel del mar podría conducir a mejores proyecciones y toma de decisiones. La moderna red de observación del nivel del mar, junto con los recientes avances en la comprensión basada en procesos de la variabilidad del nivel del mar, ofrecen la oportunidad de cuantificar las contribuciones de los principales impulsores de las tendencias regionales del nivel del mar.

En la Herramienta de Evaluación y Evaluación del Nivel del Mar (SEA Tool) de la NASA, se estiman y comparan las tendencias del nivel del mar resultantes de diferentes procesos físicos medidos por diferentes sistemas de observación. Esto se hace tanto a nivel mundial como en mareógrafos específicos ubicados alrededor de las costas del mundo. A escala global, las mediciones del nivel del mar de los satélites y perfiladores flotantes se utilizan para producir mapas de las tendencias del nivel del mar desde 1993 hasta 2019. En ubicaciones individuales de mareógrafos, las tendencias medidas se interpretan en términos de los impulsores (oceánicos, terrestres y hielo) del cambio relativo del nivel del mar.

Uno de los objetivos de esta herramienta es proporcionar evaluaciones actualizadas del cambio pasado, presente y futuro del nivel del mar y mejorar las capacidades a medida que avanza la ciencia y la red de observación. Esta herramienta cuenta con el apoyo del Equipo Científico de Cambio del Nivel del Mar de la NASA.

5.9.3.2. Aumento proyectado del nivel del mar en diferentes escenarios SSP

Cambio del nivel del mar para escenarios SSP resultantes de procesos en cuya proyección hay confianza media. También se proporcionan dos escenarios de baja confianza, que indican el efecto potencial de los procesos de capa de hielo

de bajo impacto y baja probabilidad que no se pueden descartar. Los rangos sombreados muestran los rangos del percentil 17-83. Las proyecciones son relativas a una línea de base de 1995-2014. El siguiente gráfico muestra la proyección y las incertidumbres para el "Cambio total del nivel del mar".

Dos de los procesos dominantes que contribuyen a las tendencias en el nivel del mar son:

- 1) La fusión del hielo y los cambios en el ciclo del agua, y
- 2) la expansión térmica y la dinámica del océano.

La altimetría satelital mide la combinación de estos dos procesos, y nos referimos aquí a las tendencias medidas por altímetro satelital como tendencias del "nivel total del mar". Estimamos las tendencias en el nivel total del mar de 1993 a 2019 utilizando observaciones de altímetros satelitales. Con mediciones perfectas de los procesos subyacentes y períodos de tiempo superpuestos, las tendencias en el nivel total del mar serían aproximadamente iguales a las tendencias combinadas del ciclo del hielo + agua y el océano en muchas regiones. Existen incertidumbres en las tendencias estimadas que no se dan aquí, pero que también deben tenerse en cuenta al evaluar este acuerdo.

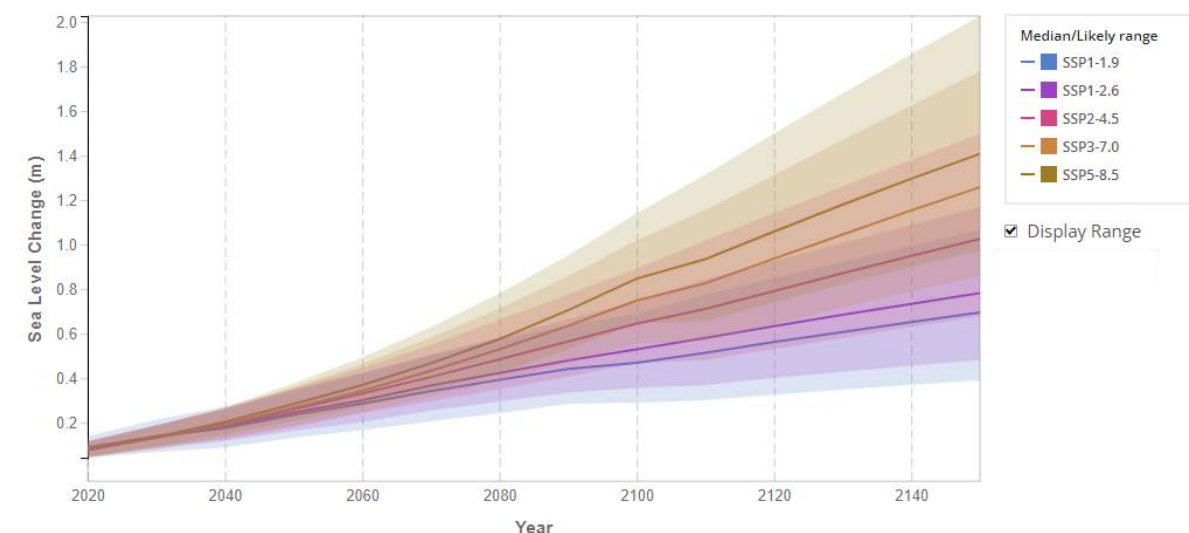


Figura 77. Proyección del aumento total del nivel del mar para diferentes escenarios. Fuente: NASA

La Tabla 24. Proyección del incremento del nivel del mar en m. según distintos escenarios y cuantiles. Fuente: NA, muestra los valores numéricos calculados para diferentes escenarios y diferentes cuantiles.

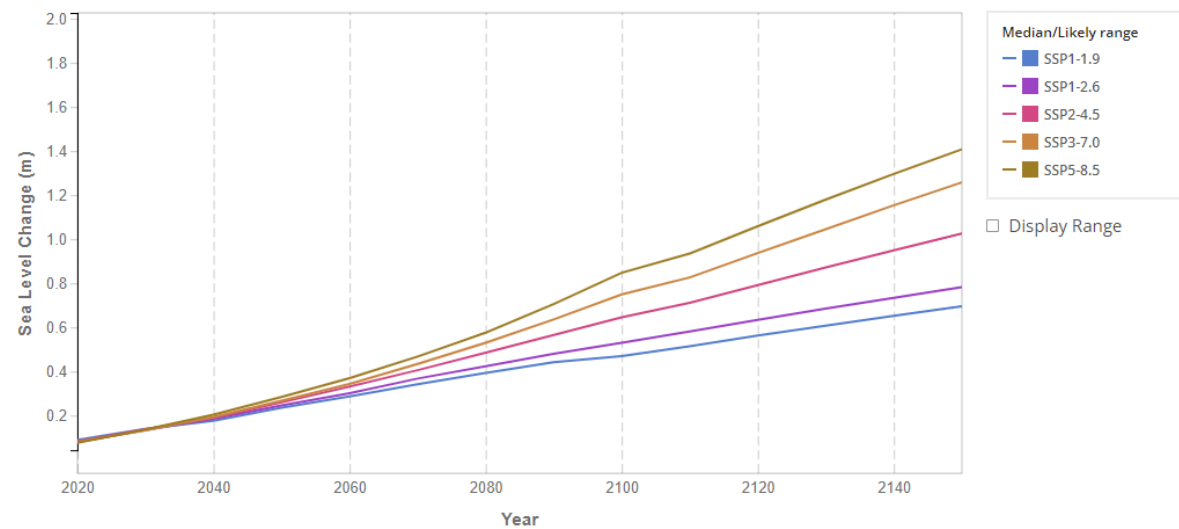


Figura 78. Estimación central de las proyecciones de la Figura 77. Fuente: NASA

Tabla 24. Proyección del incremento del nivel del mar en m. según distintos escenarios y cuantiles. Fuente: NASA

psmsl_id	process	confidence	scenario	quantile	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150
1811	total	medium	ssp119	5	0.002	0.009	0.019	0.053	0.08	0.108	0.143	0.182	0.171	0.174	0.187	0.197	0.206	0.215
1811	total	medium	ssp119	17	0.043	0.069	0.09	0.133	0.168	0.207	0.244	0.286	0.29	0.301	0.326	0.349	0.371	0.391
1811	total	medium	ssp119	50	0.09	0.14	0.177	0.236	0.287	0.342	0.393	0.442	0.47	0.515	0.563	0.608	0.653	0.696
1811	total	medium	ssp119	83	0.14	0.215	0.273	0.352	0.424	0.504	0.575	0.638	0.691	0.775	0.85	0.923	0.995	1.067
1811	total	medium	ssp119	95	0.182	0.279	0.352	0.445	0.534	0.633	0.717	0.792	0.863	0.968	1.064	1.159	1.252	1.345
1811	total	medium	ssp126	5	0.024	0.048	0.074	0.111	0.142	0.19	0.221	0.256	0.26	0.26	0.282	0.3	0.317	0.335
1811	total	medium	ssp126	17	0.048	0.084	0.119	0.165	0.203	0.256	0.296	0.336	0.357	0.37	0.401	0.429	0.457	0.482
1811	total	medium	ssp126	50	0.081	0.135	0.186	0.246	0.302	0.368	0.424	0.48	0.53	0.582	0.634	0.685	0.734	0.783
1811	total	medium	ssp126	83	0.116	0.191	0.262	0.344	0.423	0.507	0.586	0.666	0.746	0.844	0.926	1.008	1.088	1.169
1811	total	medium	ssp126	95	0.142	0.234	0.32	0.418	0.518	0.623	0.725	0.822	0.928	1.043	1.149	1.253	1.356	1.46
1811	total	medium	ssp245	5	0.024	0.06	0.084	0.13	0.189	0.233	0.275	0.32	0.368	0.368	0.407	0.445	0.481	0.517
1811	total	medium	ssp245	17	0.049	0.093	0.127	0.18	0.244	0.298	0.352	0.408	0.468	0.481	0.532	0.582	0.631	0.679
1811	total	medium	ssp245	50	0.083	0.139	0.19	0.26	0.332	0.406	0.486	0.566	0.646	0.712	0.792	0.872	0.95	1.026
1811	total	medium	ssp245	83	0.119	0.19	0.263	0.355	0.446	0.55	0.663	0.778	0.893	1.02	1.142	1.262	1.381	1.498
1811	total	medium	ssp245	95	0.146	0.229	0.32	0.431	0.538	0.663	0.805	0.945	1.094	1.246	1.397	1.549	1.697	1.844
1811	total	medium	ssp370	5	0.017	0.046	0.093	0.138	0.188	0.248	0.311	0.376	0.441	0.44	0.501	0.561	0.621	0.678
1811	total	medium	ssp370	17	0.044	0.082	0.134	0.188	0.248	0.318	0.391	0.469	0.555	0.567	0.643	0.718	0.791	0.86
1811	total	medium	ssp370	50	0.08	0.133	0.194	0.267	0.344	0.434	0.53	0.636	0.75	0.827	0.937	1.046	1.154	1.258
1811	total	medium	ssp370	83	0.119	0.189	0.264	0.362	0.465	0.583	0.714	0.859	1.019	1.156	1.313	1.47	1.626	1.78
1811	total	medium	ssp370	95	0.147	0.231	0.319	0.436	0.56	0.706	0.866	1.049	1.249	1.418	1.615	1.812	2.007	2.199
1811	total	medium	ssp585	5	0.021	0.062	0.112	0.157	0.214	0.274	0.335	0.435	0.537	0.525	0.594	0.663	0.727	0.786
1811	total	medium	ssp585	17	0.045	0.093	0.149	0.207	0.273	0.346	0.422	0.531	0.648	0.655	0.741	0.824	0.901	0.974
1811	total	medium	ssp585	50	0.077	0.137	0.204	0.284	0.37	0.468	0.576	0.706	0.848	0.935	1.059	1.18	1.296	1.408
1811	total	medium	ssp585	83	0.112	0.186	0.271	0.378	0.494	0.63	0.781	0.952	1.142	1.316	1.5	1.68	1.856	2.027
1811	total	medium	ssp585	95	0.138	0.223	0.324	0.454	0.596	0.762	0.955	1.161	1.397	1.617	1.849	2.074	2.294	2.513
1811	total	low	ssp126	5	0.024	0.048	0.074	0.111	0.142	0.19	0.221	0.256	0.26	0.26	0.282	0.3	0.317	0.335
1811	total	low	ssp126	17	0.048	0.084	0.119	0.165	0.203	0.256	0.296	0.336	0.357	0.37	0.401	0.429	0.457	0.482
1811	total	low	ssp126	50	0.082	0.136	0.189	0.25	0.306	0.372	0.428	0.484	0.532	0.591	0.65	0.706	0.764	0.822
1811	total	low	ssp126	83	0.118	0.197	0.279	0.366	0.456	0.543	0.627	0.713	0.798	0.891	0.987	1.09	1.194	1.3
1811	total	low	ssp126	95	0.142	0.239	0.347	0.46	0.573	0.684	0.806	0.935	1.068	1.2	1.331	1.469	1.607	1.745
1811	total	low	ssp585	5	0.021	0.062	0.105	0.152	0.209	0.274	0.335	0.435	0.534	0.525	0.594	0.663	0.727	0.786
1811	total	low	ssp585	17	0.044	0.092	0.146	0.202	0.268	0.346	0.422	0.531	0.648	0.655	0.741	0.824	0.901	0.974
1811	total	low	ssp585	50	0.078	0.138	0.205	0.286	0.378	0.486	0.612	0.771	0.952	1.117	1.321	1.547	1.798	2.076
1811	total	low	ssp585	83	0.114	0.196	0.298	0.426	0.586	0.777	0.987	1.222	1.482	1.748	2.298	3.043	4.034	5.116
1811	total	low	ssp585	95	0.138	0.24	0.384	0.561	0.77	1.037	1.379	1.779	2.252	2.76	3.341	3.998	4.705	5.809

Se ha supuesto un escenario SSP2-4.5 y un horizonte en el año 2060 (para una vida útil de 30 años). En el cuantil 50, se obtiene un nivel $\eta = 0.332$ m.

5.9.4. ANÁLISIS DE DATOS DE OLAJE EN NODO SIMAR 2113138

5.9.4.1. Datos generales

La longitud del registro se muestra en la Tabla 25. Longitud de la muestra.

Tabla 25. Longitud de la muestra

	Desde	hasta	Long [años]
1	04-Jan-1958	02-Aug-2023	65.6192

Las ocurrencias (frecuencias absolutas) se muestran en la Tabla 26. Tabla de ocurrencias en el nodo SIMAR 2113138. Seguidamente, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** recoge las frecuencias relativas.

La rosa de oleaje se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** A continuación, se muestran l as series temporales. La de altura de ola significativa, en la Figura 80. Seria temporal de altura de ola significativa en nodo SIMAR 21131, tras ella, los periodos se muestran en la Figura 81. Serie temporal de periodo medio en nodo SIMAR 2113138 (el medio) y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (el de pico); finalmente se muestran las frecuencias d e la distribución conjunta $H_{m0} - T_P$ en la Figura 83. Frecuencias relativas $H_{m0} - T_p$ en nodo SIMAR 2113138 y $T_P - T_{m02}$ en la Figura 84. Frecuencias relativas $T_p - T_{m02}$.

Tabla 26. Tabla de ocurrencias en el nodo SIMAR 2113138

Direcciones				Hs [m]												TOTAL
sector	limite1	limite2	bisectriz	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	
N	348.75	11.25	0	85	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
NNE	11.25	33.75	22.5	210	102	46	4	0	0	0	0	0	0	0	0	362
NE	33.75	56.25	45	777	1374	618	124	16	12	2	0	0	0	0	0	2923
ENE	56.25	78.75	67.5	20266	9663	1645	386	143	47	25	6	0	0	0	0	32181
E	78.75	101.25	90	67259	22031	5443	1633	461	105	43	35	12	4	12	0	97038
ESE	101.25	123.75	112.5	49198	25091	9089	4265	2105	660	272	48	11	5	2	0	90746
SE	123.75	146.25	135	66064	25061	5457	1491	496	127	69	18	9	0	0	0	98792
SSE	146.25	168.75	157.5	48897	9479	1351	317	42	22	5	0	0	0	0	0	60113
S	168.75	191.25	180	67886	23855	4460	917	206	14	5	0	0	0	0	0	97343
SSW	191.25	213.75	202.5	62556	10717	1621	417	129	28	6	0	0	0	0	0	75474
SW	213.75	236.25	225	7924	1753	186	24	8	0	0	0	0	0	0	0	9895
WSW	236.25	258.75	247.5	818	661	36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1516
W	258.75	281.25	270	209	187	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403
WNW	281.25	303.75	292.5	78	95	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182
NW	303.75	326.25	315	44	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
NNW	326.25	348.75	337.5	50	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
TOTAL				392321	130160	29979	9579	3606	1015	427	107	32	9	14	0	567249

Tabla 27. Frecuencias relativas en el nodo SIMAR 2113138

Direcciones				Hs [m]													TOTAL
sector	limite1	limite2	bisectriz	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75		
N	348.75	11.25	0	0.0001	4E-05	5E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0002	
NNE	11.25	33.75	22.5	0.0004	0.0002	8E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0006	
NE	33.75	56.25	45	0.0014	0.0024	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0052	
ENE	56.25	78.75	67.5	0.0357	0.017	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0567	
E	78.75	101.25	90	0.1186	0.0388	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1711	
ESE	101.25	123.75	112.5	0.0867	0.0442	0.016	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	
SE	123.75	146.25	135	0.1165	0.0442	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1742	
SSE	146.25	168.75	157.5	0.0862	0.0167	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.106	
S	168.75	191.25	180	0.1197	0.0421	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1716	
SSW	191.25	213.75	202.5	0.1103	0.0189	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1331	
SW	213.75	236.25	225	0.014	0.0031	3E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0174	
WSW	236.25	258.75	247.5	0.0014	0.0012	6E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0027	
W	258.75	281.25	270	0.0004	0.0003	1E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0007	
WNW	281.25	303.75	292.5	0.0001	0.0002	2E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003	
NW	303.75	326.25	315	8E-05	8E-05	7E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0002	
NNW	326.25	348.75	337.5	9E-05	5E-05	7E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	
TOTAL				0.6916	0.2295	0.053	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1	

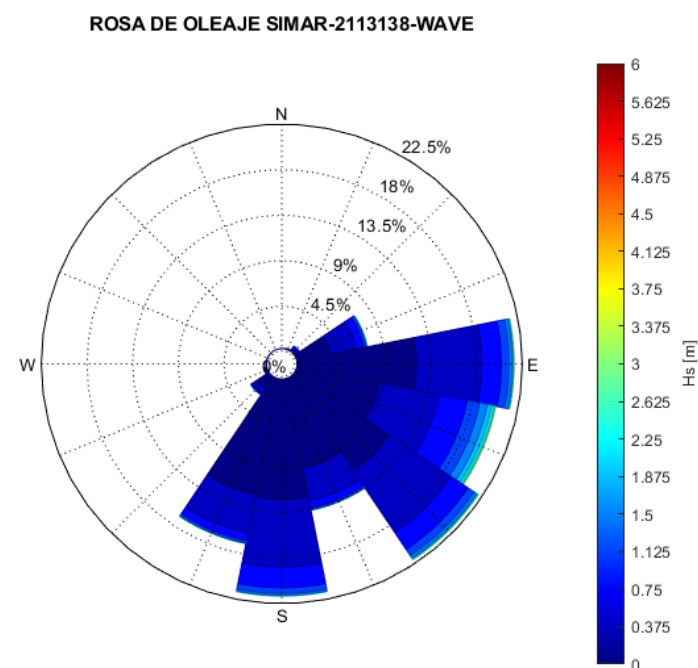


Figura 79. Rosa de oleaje en nodo SIMAR 211

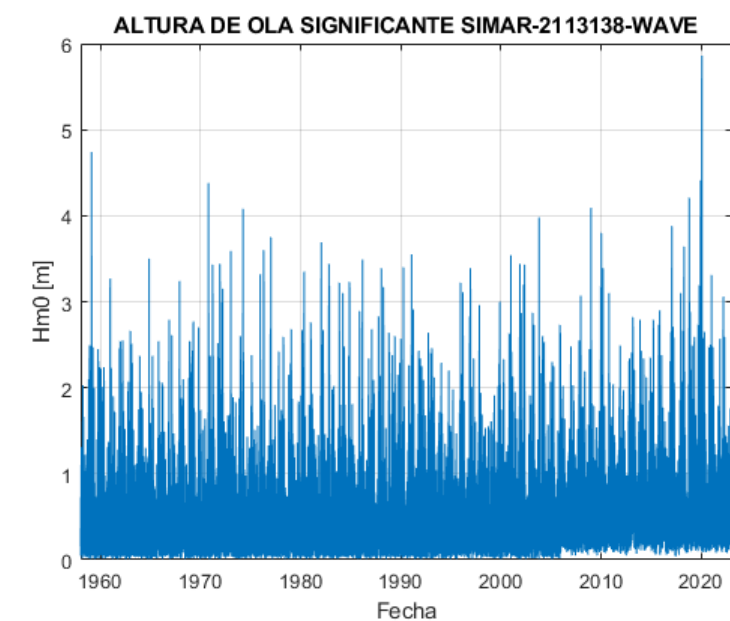


Figura 80. Serie temporal de altura de ola significativa en nodo SIMAR 21131

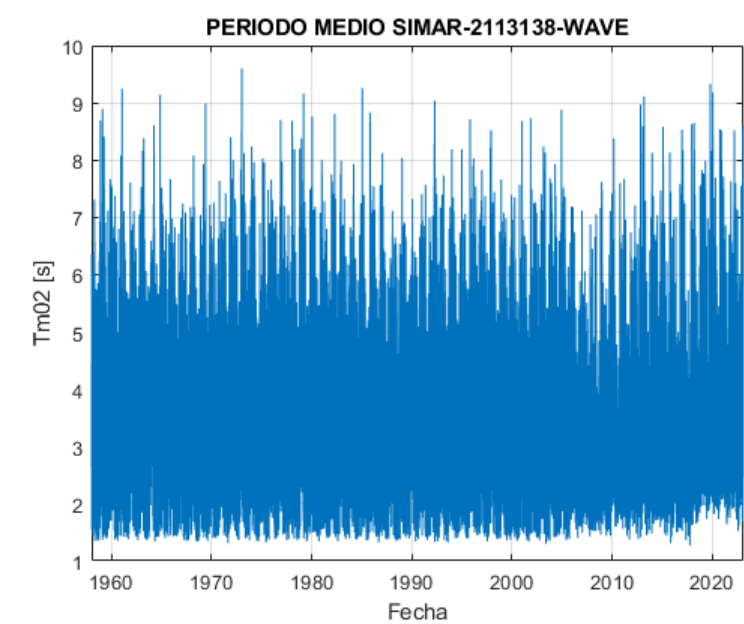


Figura 81. Serie temporal de periodo medio en nodo SIMAR 2113138

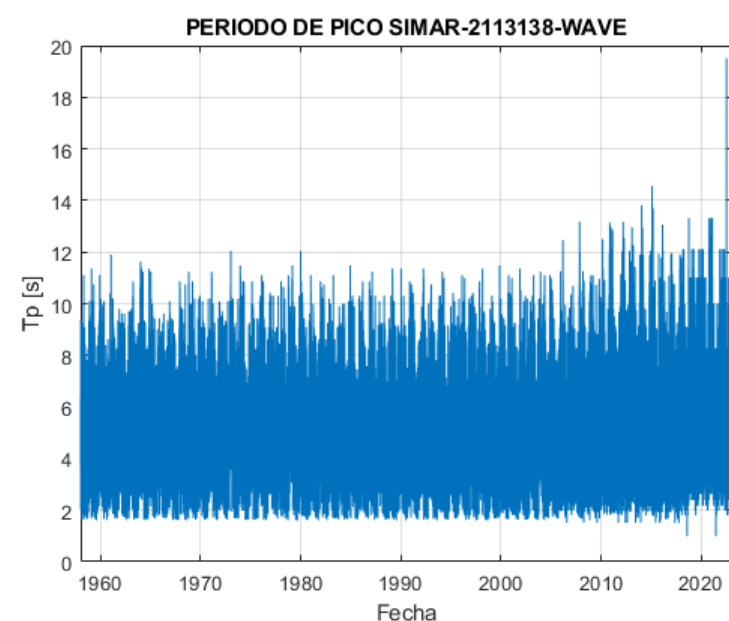


Figura 82. Serie temporal de periodo de pico en nodo SIMAR 2113138

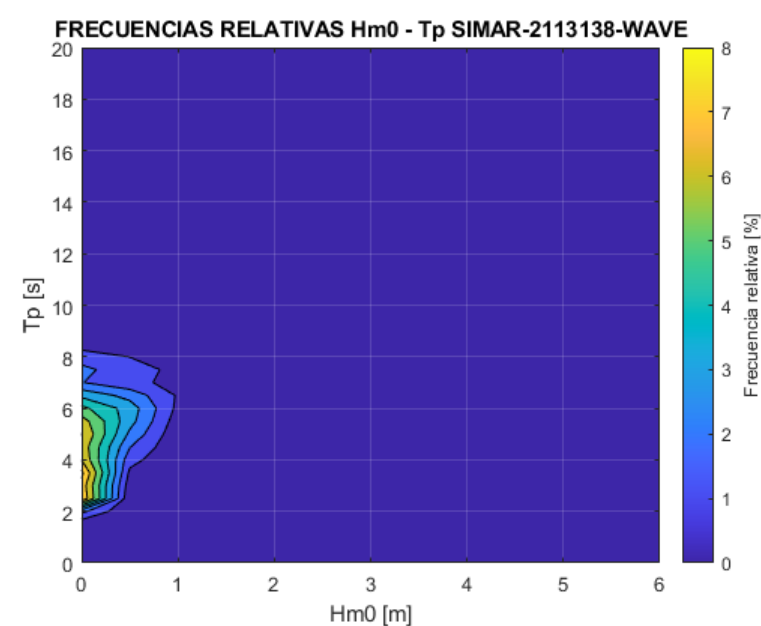


Figura 83. Frecuencias relativas Hm0- Tp en nodo SIMAR 2113138

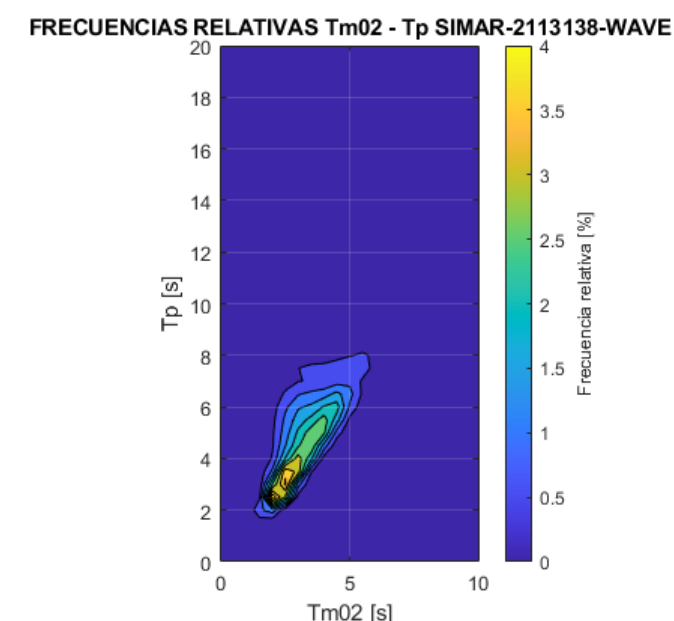


Figura 84. Frecuencias relativas Tp - Tm02

El ajuste entre altura de ola significativa y periodo de pico se obtiene como una función potencial:

$$T_p = 6.6886 \cdot H_{m0}^{0.2184} \quad [5-1]$$

Este tipo de ajuste no es bueno, en este caso el coeficiente de correlación es $R = 0.4907$; por ello, se deben proporcionar los intervalos de confianza para los coeficientes (en la ecuación [5-1] se proporcionan los valores medios), que resultan ser:

Tabla 28. Intervalos de confianza del 95% para el ajuste Hm0 - Tp

	Parámetro	Niv. Inf. 95%	Niv. Sup.95%
1	'a'	6.6811	6.6962
2	'b'	0.2175	0.2194

Se han ajustado también los periodos, obteniéndose:

$$T_p = 1.1995 T_{m02} + 1.0032 \quad [5-2]$$

El ajuste es ligeramente mejor que el anterior, con un coeficiente de correlación $R = 0.6764$. Los intervalos de confianza correspondientes son:

Tabla 29. Intervalos de confianza del 95% para el ajuste Tm02 - Tp

	Parámetro	Niv. Inf. 95%	Niv. Sup.95%
1	'a'	1.1964	1.2025
2	'b'	0.9917	1.0147

5.9.4.2. Flujo medio de energía

Se ha calculado la dirección del flujo medio de energía en el nodo SIMAR, resultando un valor $\theta = 125.13^\circ\text{N}$. Se propaga el oleaje a la costa para obtener dicho valor al pie de la playa y comprobar la alineación media de equilibrio de la playa.

Se han propagado un total de 65 oleajes desde el nodo SIMAR. La rosa propagada se muestra en la Figura 85.
Rosa de oleaje propagada

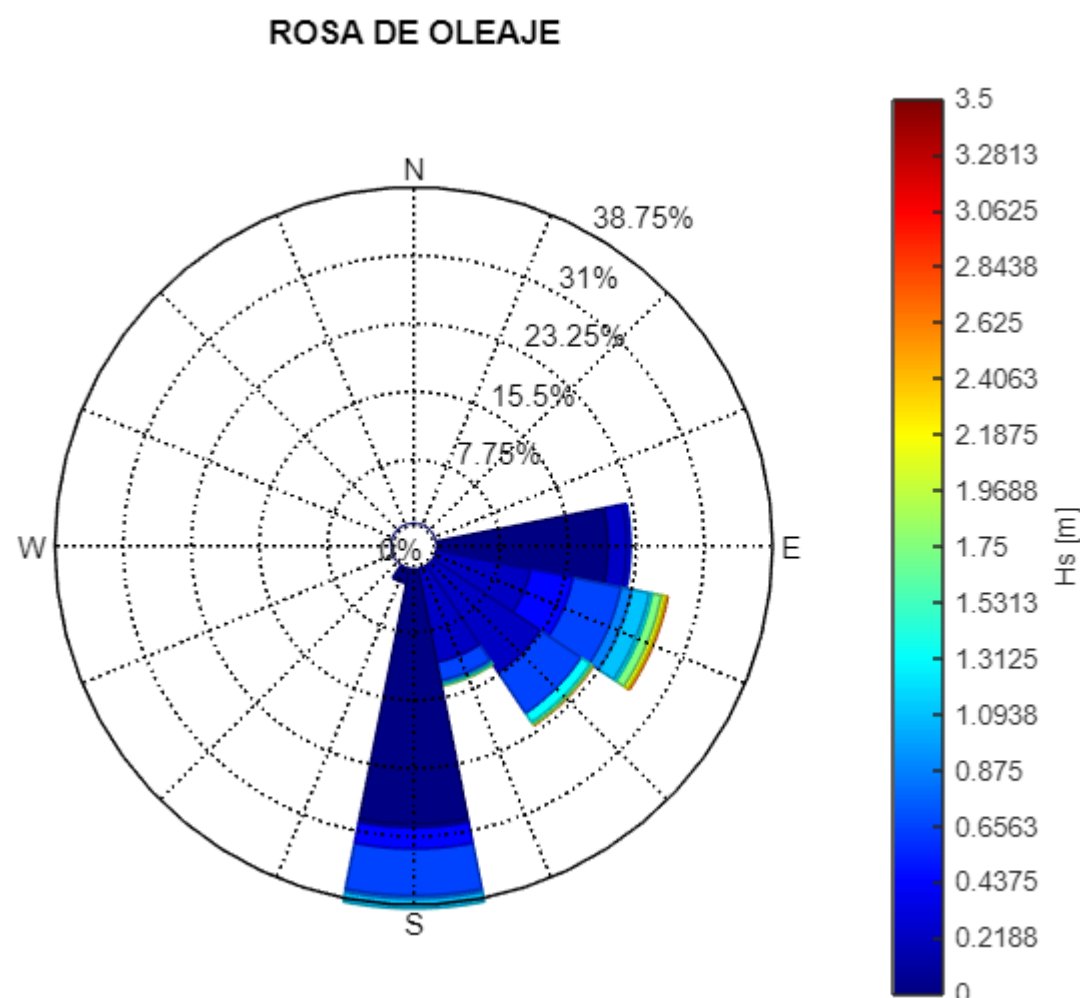


Figura 85. Rosa de oleaje propagada

La dirección del flujo de energía al pie de la playa es $\theta = 132.94^\circ$.

5.9.4.3. Regímenes de oleaje

Se han ajustado sendas funciones de Weibull triparamétricas a los datos para obtener el régimen medio, y a los extremos, para obtener el régimen extremal. Los extremos se han hallado con el método POT, empleando una separación de 5 días entre picos independientes y un umbral que proporcione un número de datos suficiente en la muestra: se pretende que el parámetro λ proporcione valores razonables.

Régimen medio

En ambos casos, para poder ajustar, dado que se tienen tres parámetros, se han realizado 62 ajustes, variando el parámetro de escala entre 0.50 y 3.50, escogiendo el ajuste que proporcione un coeficiente de correlación más próximo a la unidad (Figura 86. Tanteos para el ajuste del régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138).

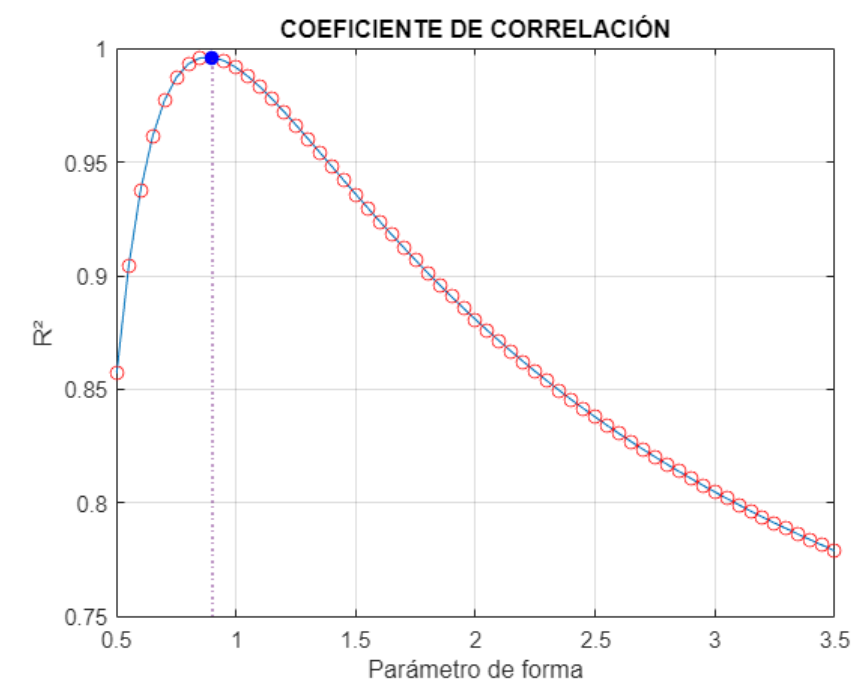


Figura 86. Tanteos para el ajuste del régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138

Así se obtiene el régimen medio mostrado en la Figura 87. Régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138.

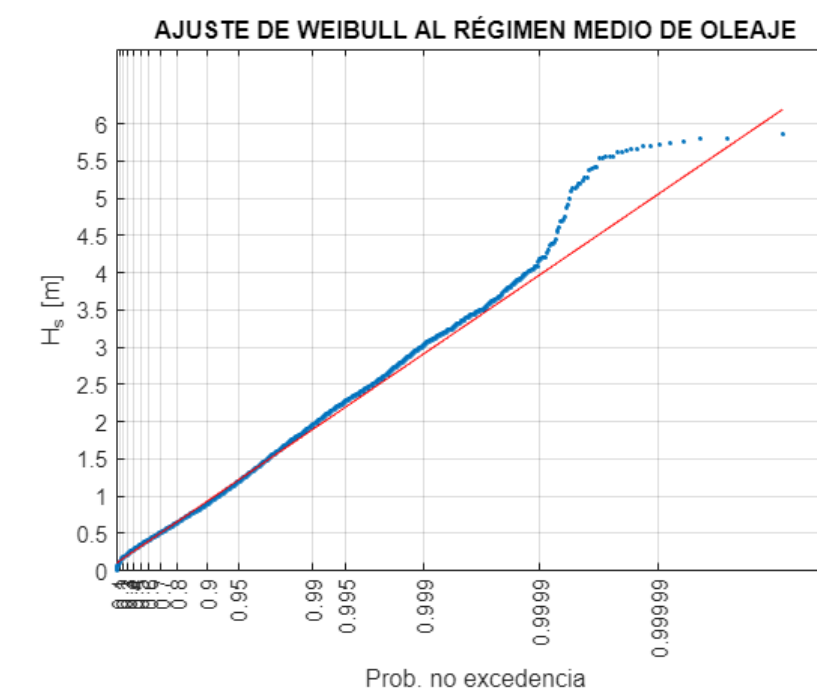


Figura 87. Régimen medio de oleaje en nodo SIMAR 2113138

Los parámetros de ajuste son:

Tabla 30. Ajuste de función Weibull triparamétrica al régimen medio de oleaje en el nodo SIMAR 2113138

	Parámetro	Valor
1	'A'	0.3281

	Parámetro	Valor
2	'B'	0.1030
3	'C'	0.9000
4	'R2'	0.9961

Es decir, la función de distribución de probabilidad queda:

$$F(H) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{H - 0.1030}{0.3281} \right)^{0.90} \right] \quad [5-3]$$

La tabla de probabilidades que se obtiene es:

Tabla 31. Probabilidades del régimen medio de oleaje en el nodo SIMAR 2113138

	Prob. no exc.	H [m]
1	0.1000	0.1299
2	0.2000	0.1650
3	0.3000	0.2073
4	0.4000	0.2585
5	0.5000	0.3213
6	0.6000	0.4007
7	0.7000	0.5063
8	0.8000	0.6597
9	0.9000	0.9319
10	0.9500	1.2134
11	0.9900	1.8935
12	0.9986	2.7609
13	0.9990	2.9125
14	1	5.0591

Régimen extremal

Para el caso del régimen extremal, los parámetros POT se muestran en la Tabla 32. Parámetros utilizados en el método POT. El parámetro lambda es $\lambda = 2.30$ temporales / año.

Tabla 32. Parámetros utilizados en el método POT

	umbral POT [m]	sep [días]	N [años]	Nº temporales	lambda
1	2	5	65.1370	259	3.9762

Los temporales escogidos se muestran en la Figura 88. Temporales escogidos mediante POT en el nodo SIMAR 2113138. Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Los ajustes tanteados (análogamente al cos del régimen medio) se muestran en la Figura 89. Ajustes tanteados. El régimen extremal se muestra en la Figura 90. Régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138.

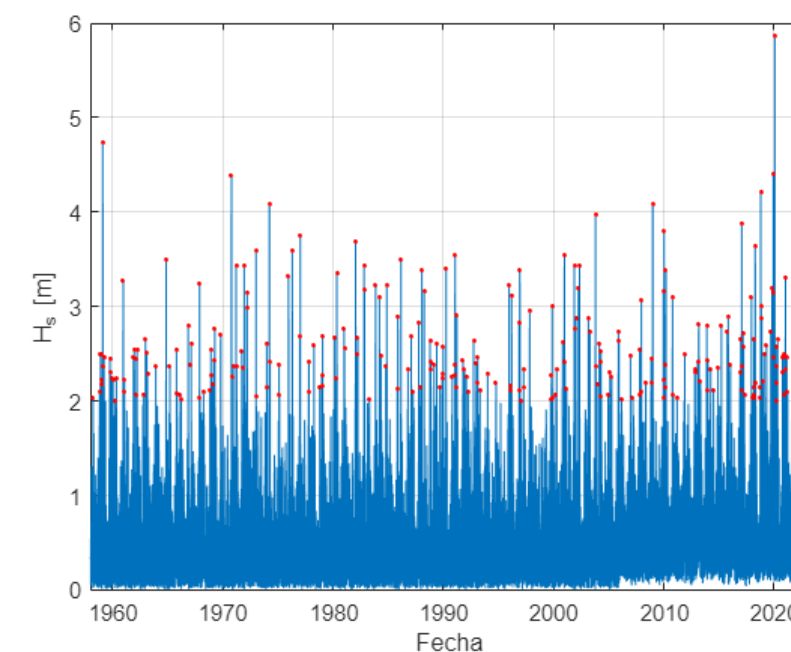


Figura 88. Temporales escogidos mediante POT en el nodo SIMAR 2113138

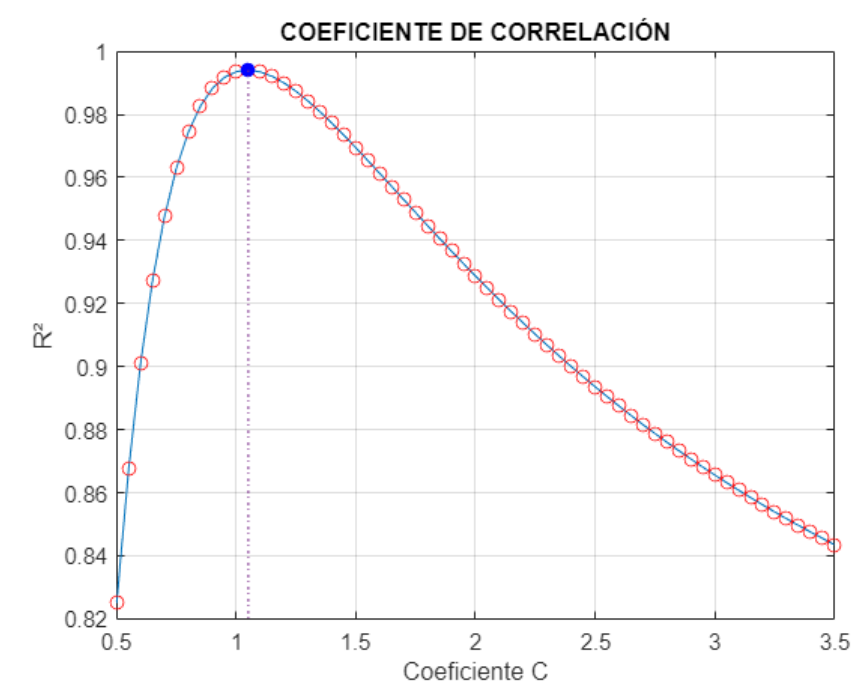


Figura 89. Ajustes tanteados

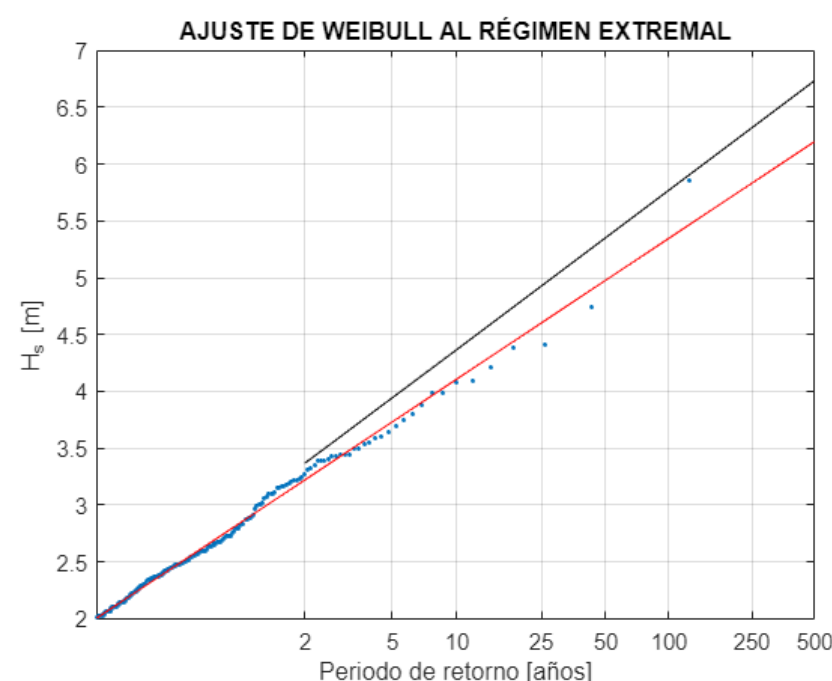


Figura 90. Régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138

Tabla 33. Ajuste función Weibull triparamétrica al régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138

	Parámetro	Valor
1	'A'	0.6081
2	'B'	2.0032
3	'C'	1.0500
4	'R2'	0.9940

Es decir, la función de distribución de probabilidad queda:

$$F(H) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{H - 2.0032}{0.6081} \right)^{1.05} \right] \quad [5-4]$$

La tabla del régimen extremal de oleaje, con el límite superior del intervalo de confianza del 90% resulta:

Tabla 34. Tabla del régimen extremal de oleaje en el nodo SIMAR 2113138

	Periodo retorno [años]	H [m]	IC90% [m]
1	2	3.2210	3.3682
2	5	3.7288	3.9400
3	10	4.1079	4.3681
4	20	4.4835	4.7928
5	50	4.9759	5.3498
6	100	5.3455	5.7682
7	250	5.8312	6.3181
8	500	6.1965	6.7317

5.9.5. OLA DE CÁLCULO DE RÉGIMEN EXTREMAL

5.9.5.1. Introducción

La ola de cálculo se obtendrá a partir del régimen extremal de oleaje por medio del periodo de retorno.

5.9.5.2. Periodo de retorno

Definimos como vida útil:

Vida útil: Periodo de tiempo que transcurre durante la fase de servicio de una obra o un tramo de la misma. En general corresponde al periodo de tiempo en el que la obra o el tramo cumple la función principal para la que fue concebida (ROM 1.0-09, 2009).

Tabla 35.2 IRE y vida útil mínima en función del tipo de área abrigada (ROM 1.0-09, 2009)

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA			ÍNDICE IRE ⁷		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V _m) ⁷ (años)
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Puertos abiertos a todo tipo de tráfico	r ₃	Alto	50
		Puertos para tráfico especializados	r ₂ (r ₃) ¹	Medio (alto) ¹	25 (50) ¹
	PUERTO PESQUERO		r ₂	Medio	25
	PUERTO NAÚTICO-DEPORTIVO		r ₂	Medio	25
	INDUSTRIAL		r ₂ (r ₃) ¹	Medio (alto) ¹	25 (50) ¹
	MILITAR		r ₂ (r ₃) ²	Medio (alto) ²	25 (50) ²
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES		r ₂ (r ₃) ³	Medio (alto) ³	25 (50) ³
	ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES ⁴		r ₃	Alto
PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO		r ₂ (r ₃) ⁵	Medio (alto) ⁵	25 (50) ⁵	
PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES		r ₁ (r ₃) ⁶	Bajo (alto) ⁵	15 (50) ⁷	
ÁREAS LITORALES	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS		r ₁	Bajo	15

¹ El índice IRE se elevará a r₃ cuando el tráfico esté asociado con el suministro energético o con materia primas minerales estratégicos y no se disponga de instalaciones alternativas adecuadas para su manipulación y/o almacenamiento.

² El índice IRE se elevará a r₃ cuando la instalación militar se considere esencial para la defensa nacional.

³ En obras de protección de rellenos o de defensa de márgenes se tomará un índice IRE igual al señalado para el área portuaria en que se localiza.

⁴ Se entienden como diques de defensa ante grandes inundaciones, aquellos que en caso de fallo podrían producir importantes inundaciones en el territorio.

⁵ El índice IRE se elevará a r₃ cuando la toma de agua o el punto de vertido esté asociado con el abastecimiento de agua para uso urbano o con la producción energética.

⁶ El índice IRE se elevará a r₂ cuando en su zona de afección se localicen edificaciones o instalaciones industriales.

⁷ Los índices inferiores a r₃ de la tabla se elevarán un grado por cada 30 ME de coste de inversión inicial de la obra de abrigo.

Según lo indicado en la Tabla 36. Parámetros de las obras de abrigo, relacionados con la vida útil las características de las obras de abrigo se podrán tomar con los siguientes parámetros:

Tabla 36. Parámetros de las obras de abrigo, relacionados con la vida útil

Parámetro	Valor
Índice IRE	Bajo (r ₁)
Vida útil	15 años

5.9.5.3. Probabilidad de fallo

Definición:

Probabilidad de ocurrencia del modo de fallo / parada en el intervalo de tiempo: Es el producto de la peligrosidad por la vulnerabilidad.

La Tabla 37.² ISA y probabilidad conjunta de fallo para ELU y p_{fELS} muestra la probabilidad de fallo para obras costeras.

Tabla 37.² ISA y probabilidad conjunta de fallo para ELU y p_{fELS} (ROM 1.0-09, 2009)

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA				ÍNDICE ISA	P _{fELU}	P _{fELS}	
ÁREAS PORTUARIAS	COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique ¹	Mercancías peligrosas ²	s ₃	Alto	0.01	0.07
			Pasajeros y Mercancías no peligrosas ¹	s ₂	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique		s ₁	No significativo	0.20	0.20
	PESQUERO	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s ₂	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s ₁	No signif.	0.20	0.20
	NAÚTICO-DEPORT.	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s ₂	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s ₁	No signif.	0.20	0.20
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique ¹	Mercancías peligrosas ²	s ₃	Alto	0.01	0.07
			Mercancías no peligrosas	s ₂	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique		s ₁	No significativo	0.20	0.20
	MILITAR	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique ¹		s ₃	Alto	0.01	0.07
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s ₁	No signif.	0.20	0.20
PROTECCIÓN *	Con zonas de almacenamiento adosadas al dique ¹	Mercancías peligrosas ²	s ₃	Alto	0.01	0.07	
		Mercancías no peligrosas	s ₂	Bajo	0.10	0.10	
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES ³			s ₄	Muy alto	0.0001	0.07
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DEVERTIDO			s ₂ (s ₃) ⁴	Bajo (alto) ⁴	0.10 (0.0001)	0.10 (0.07)
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			s ₂ (s ₄) ⁵	Bajo (muy alto) ⁵	0.10 (0.0001)	0.10 (0.07)
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			s ₁	No signif.	0.20	0.20
	* PROTECCIÓN DE RELLENOS O MÁRGENES.						

¹ En el caso de que en la superficie adosada al dique esté previsto que se ubiquen edificaciones (p.e. estaciones marítimas, lonjas...), depósitos o silos que pudieran resultar afectados en el caso de fallo de la obra de abrigo, se considerará un índice ISA muy alto (s₄) (P_{fELU}=0.0001; P_{fELS} = 0.007).

² Se consideran mercancías peligrosas los grupos de de sustancias prioritarias incluidas en el anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2004/479/CE), y en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 1451/1989). (Ver ROM 5.1-05).

³ Se entiende como diques de defensa ante grandes inundaciones, aquellos que en caso de fallo podrían producir importantes inundaciones en el territorio.

⁴ El índice ISA se elevará a s₃ cuando la toma de agua o el punto de vertido estén asociados con el abastecimiento de agua para uso urbano o industrial o con la producción energética.

⁵ El índice ISA se elevará a s₄ cuando en caso de fallo pudieran resultar afectadas edificaciones u otras instalaciones industriales.

Tabla 38. Parámetros de las obras de abrigo, relacionados con la probabilidad de fallo

Parámetro	Valor
Índice ISA	No significativo (s ₁)
p _{fELU}	0.2

5.9.5.4. Periodo de retorno

La definición del periodo de retorno es:

Periodo de retorno: Generalmente expresado en años, es el número medio de años (u otro intervalo de tiempo) que debe transcurrir para que se repita o exceda un valor dado del descriptor de estado. Si el valor tiene un periodo de retorno real de t_p años, la probabilidad P de que dicho valor se presente o sea superado en un año determinado es: P = 1/t_p.

Siguiendo esta lógica, si el periodo de retorno asociado a la ola de cálculo es PR, la probabilidad de que se presente Hs en un año es:

$$P_1 = \frac{1}{PR}$$

Por tanto, la probabilidad de que no se presente la ola de cálculo en ese año será:

$$P'_1 = 1 - P_1 = 1 - \frac{1}{PR}$$

Y la probabilidad de que no se presente en la vida útil, L_f, será:

$$P'_L = \left(1 - \frac{1}{PR}\right)^{L_f}$$

Finalmente, la probabilidad de que se presente una vez durante la vida útil (y falle la obra):

$$Pf_{ELU} = 1 - \left(1 - \frac{1}{PR}\right)^{L_f}$$

Por tanto, el periodo de retorno se calcula, en función de la vida útil y de la probabilidad de fallo, como:

$$PR = \frac{1}{1 - (1 - Pf_{ELU})^{1/L_f}}$$

Así, para los valores indicados en 5.9.5.2 y 5.9.5.3, se obtiene un periodo de retorno estimado:

$$PR \sim 70 \text{ años}$$

En la Tabla 39. Periodos de retorno en función de la p_{fELS} y de la vida útil se recogen los cálculos del periodo de retorno en función de diferentes valores de P_{fELU} (en filas) y de la vida útil en años (en columnas).

Tabla 39. Periodos de retorno en función de la pf_{ELS} y de la vida útil

	PR1										
1	0	0.1000	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000	1
2	10	95.4131	45.3161	28.5397	20.0804	14.9327	11.4212	8.8159	6.7268	4.8621	1
3	15	142.8689	67.7225	42.5571	29.8671	22.1443	16.8754	12.9654	9.8290	7.0272	1
4	20	190.3249	90.1293	56.5750	39.6544	29.3568	22.3310	17.1167	12.9334	9.1955	1
5	25	237.7809	112.5362	70.5930	49.4421	36.5697	27.7870	21.2686	16.0387	11.3650	1
6	30	285.2369	134.9432	84.6112	59.2299	43.7828	33.2432	25.4209	19.1445	13.5352	1
7	35	332.6930	157.3502	98.6294	69.0177	50.9960	38.6997	29.5733	22.2506	15.7058	1
8	40	380.1491	179.7573	112.6477	78.8057	58.2092	44.1562	33.7259	25.3568	17.8766	1
9	45	427.6052	202.1643	126.6660	88.5936	65.4226	49.6127	37.8785	28.4631	20.0475	1
10	50	475.0613	224.5714	140.6843	98.3816	72.6359	55.0694	42.0312	31.5694	22.2186	1

5.9.5.5. Ola de cálculo

Se recalcula la tabla de periodos de retorno

Tabla 40. Tabla de régimen extremal actualizada

	Periodo retorno [años]	H [m]	IC90% [m]
1	2	3.2210	3.3682
2	5	3.7288	3.9400
3	10	4.1079	4.3681
4	20	4.4835	4.7928
5	50	4.9759	5.3498
6	70	5.1556	5.5532
7	100	5.3455	5.7682
8	250	5.8312	6.3181
9	500	6.1965	6.7317

Dado que el valor de tres veces la longitud de la muestra (196.86 años) es superior al valor del periodo de retorno (70 años) se considera correcto escoger la estimación central.

Por tanto, los datos para la ola de cálculo son:

Tabla 41. Olas de cálculo

Parámetro	Valor
Hs [m]	5.16
Tp [s]	9.58
Tm02 [s]	7.15
θ [°N]	125.13
η [m] ²	0.70

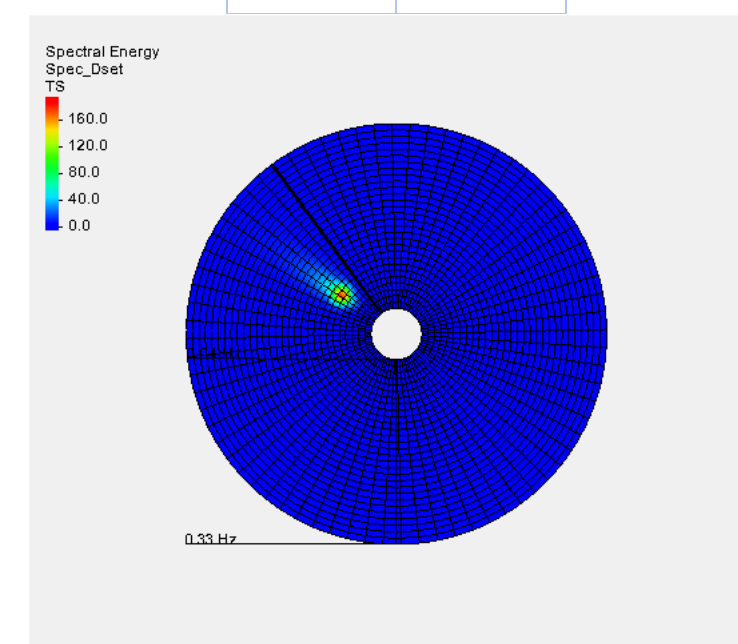


Figura 91. Espectro direccional del oleaje de cálculo

El espectro direccional se ha tomado (Figura 91. Espectro direccional del oleaje de cálculo) un JONSWAP con coeficiente de apuntamiento $\gamma = 3.3$ y coeficiente de Goda-Mitsuyatsu $nn = 130$.

5.9.6. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

5.9.6.1. Introducción

El estado del mar correspondiente a la ola de cálculo (Tabla 41. Olas de cálculo) se propaga desde el nodo SIMAR 2113138 hasta la zona de interés.

5.9.6.2. Terreno

Se han empleado dos mallas:

- Malla general, comprendiendo el nodo SIMAR, la zona de actuación y zonas anejas. Resolución $\Delta x = \Delta y = 30$ m. Mostrada en la Figura 92. Malla general en planta y Figura 93. Perspectiva de la malla general.

² Incluye el nivel de marea más probable y la sobreelevación producida por el cambio climático

- Malla de detalle, anidada en la anterior y comprendiendo la zona de actuación. Resolución $\Delta x = \Delta y = 5$ m. Se muestra en la Figura 94. Malla de detalle y Figura 95. Perspectiva de la malla de detalle.

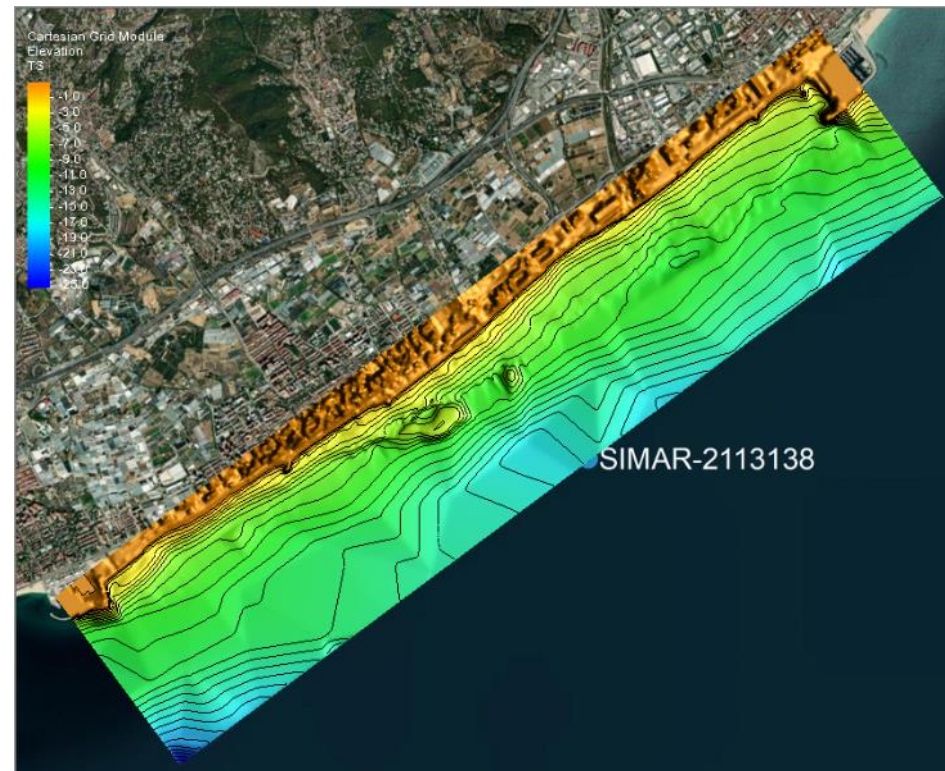


Figura 92. Malla general en planta

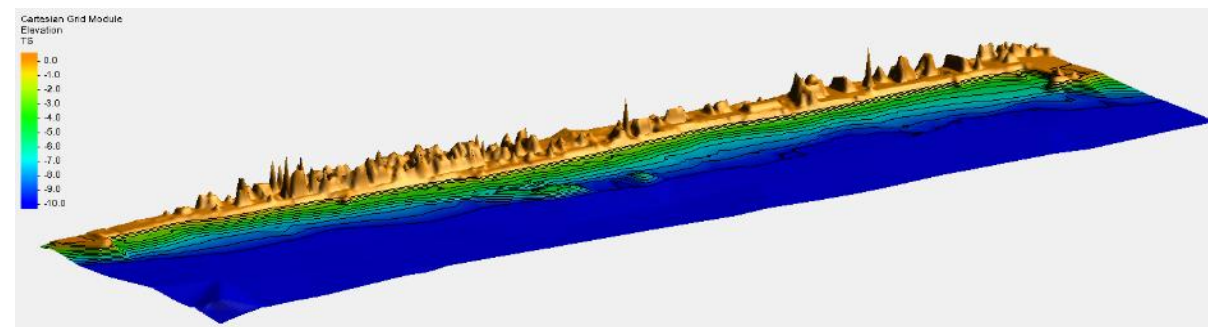


Figura 93. Perspectiva de la malla general



Figura 94. Malla de detalle

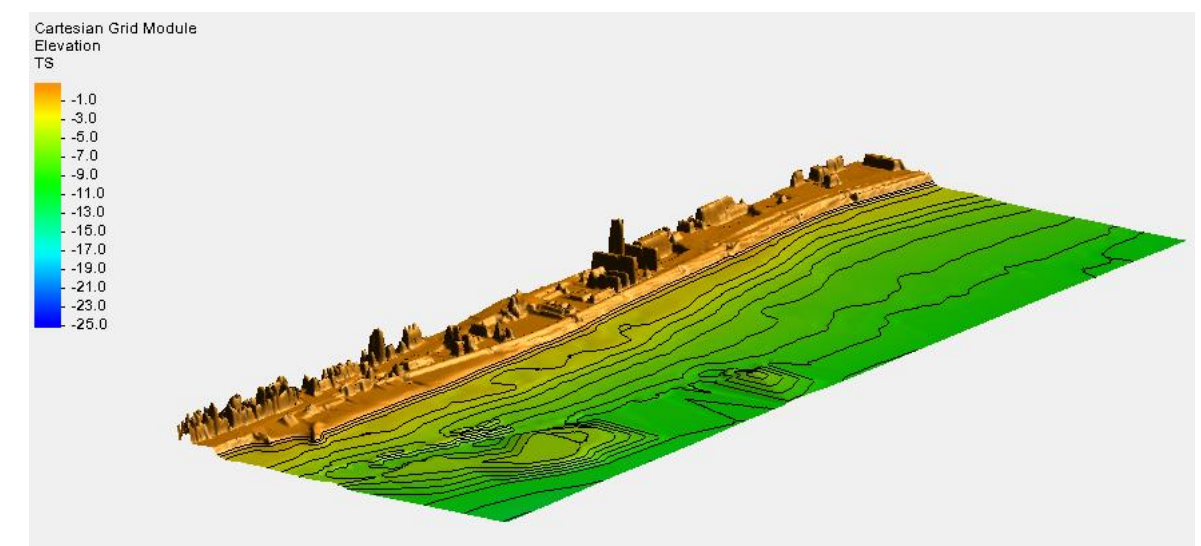


Figura 95. Perspectiva de la malla de detalle

5.9.6.3. Anidamiento

El anidamiento de la malla de detalle se consigue por medio de la obtención de los espectros propagados en determinados puntos del contorno de la malla anidada. La ubicación relativa de ambas mallas se muestra en la Figura 96.

Ubicación relativa de las mallas. Los espectros propagados se obtienen en los puntos mostrados en la Figura 97. Nodos de obtención de oleaje propagado.

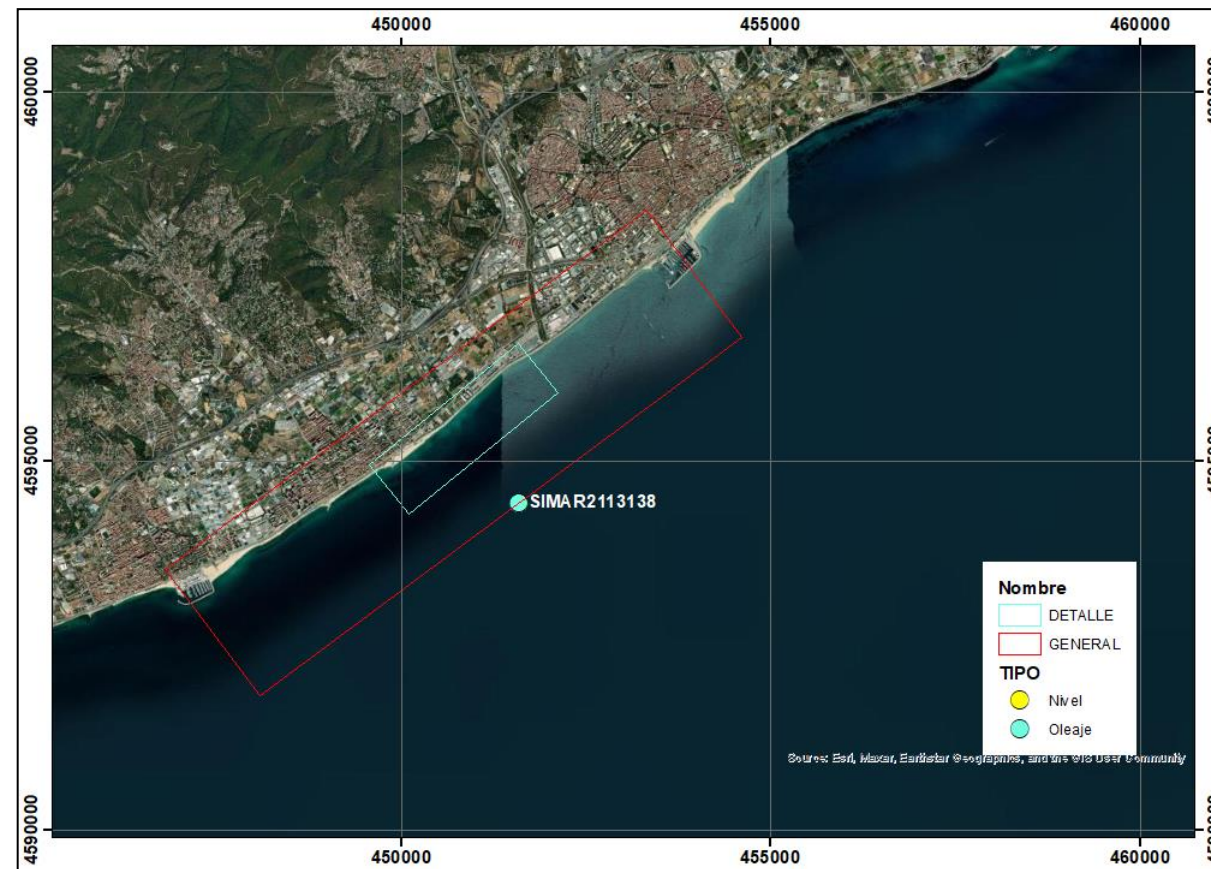


Figura 96. Ubicación relativa de las mallas

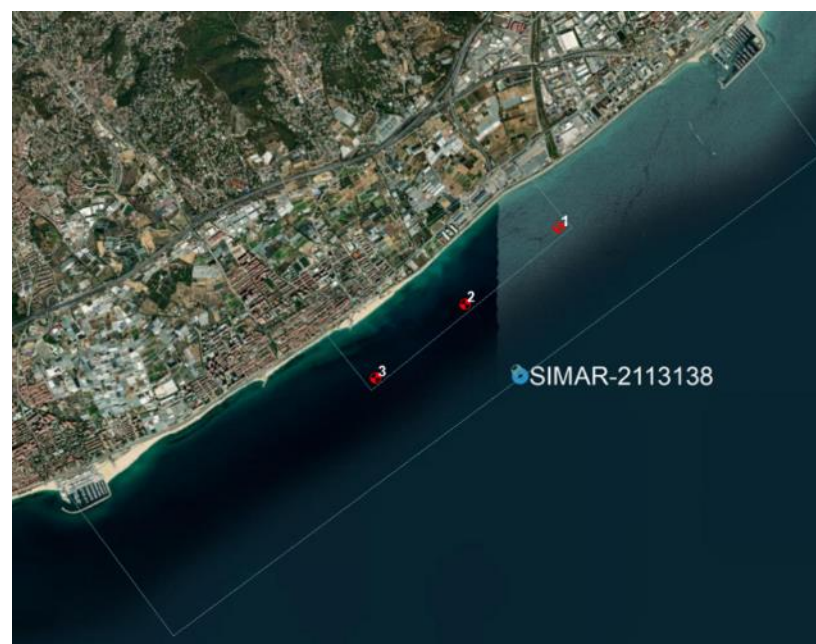


Figura 97. Nodos de obtención de oleaje propagado

5.9.6.4. Propagación del oleaje de cálculo

La propagación en la malla general se muestra en la Figura 98. Propagación en la malla general.



Figura 98. Propagación en la malla general

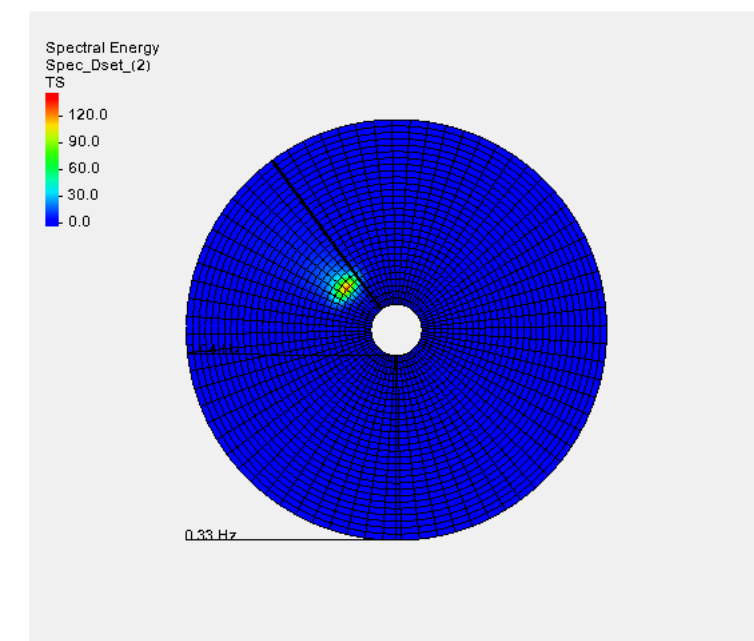


Figura 99. Espectro propagado en el centro del área de actuación

Se comprueba que el espectro propagado ha perdido algo de energía, pero mantiene su dirección y periodo de pico (Figura 99. Espectro propagado en el centro del área de actuación y Figura 100. Espectros en nodo SIMAR y al pie de la zona de actuación).

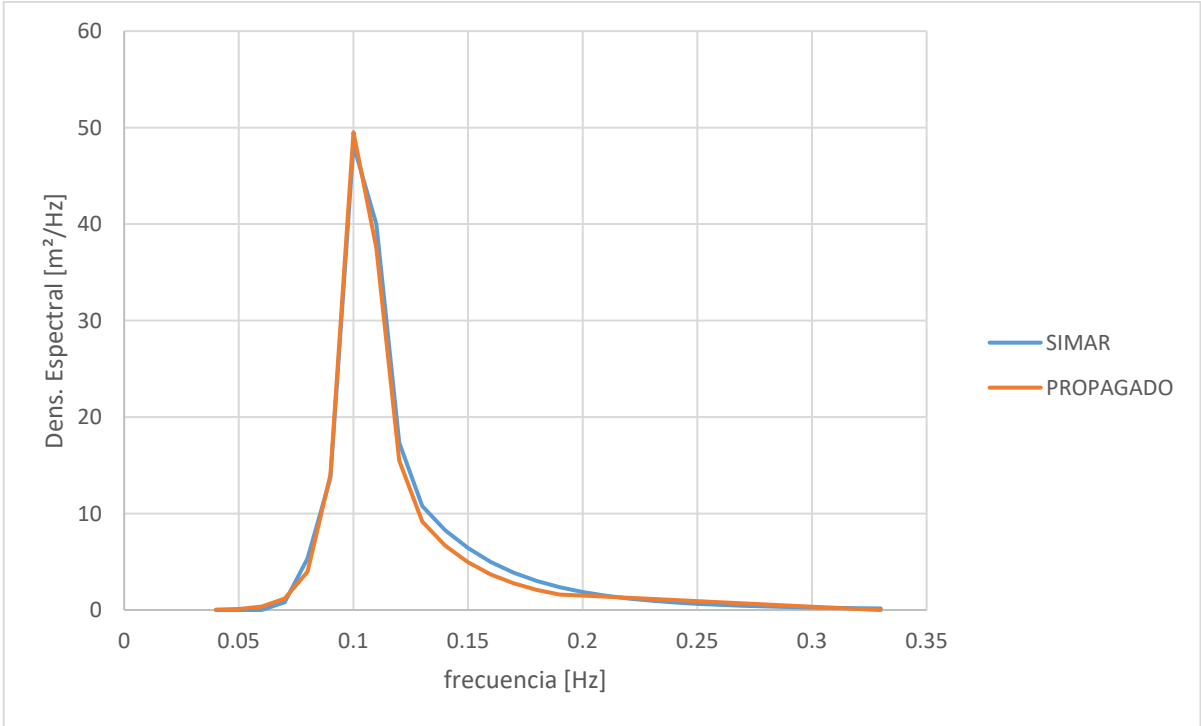


Figura 100. Espectros en nodo SIMAR y al pie de la zona de actuación

Se ha obtenido la altura de ola significativa de cálculo a lo largo de toda la zona de actuación, sobre la batimétrica - 6.00m (Figura 101. Perfil paralelo a la costa, sobre la batimétrica -6.00m).



Figura 101. Perfil paralelo a la costa, sobre la batimétrica -6.00m

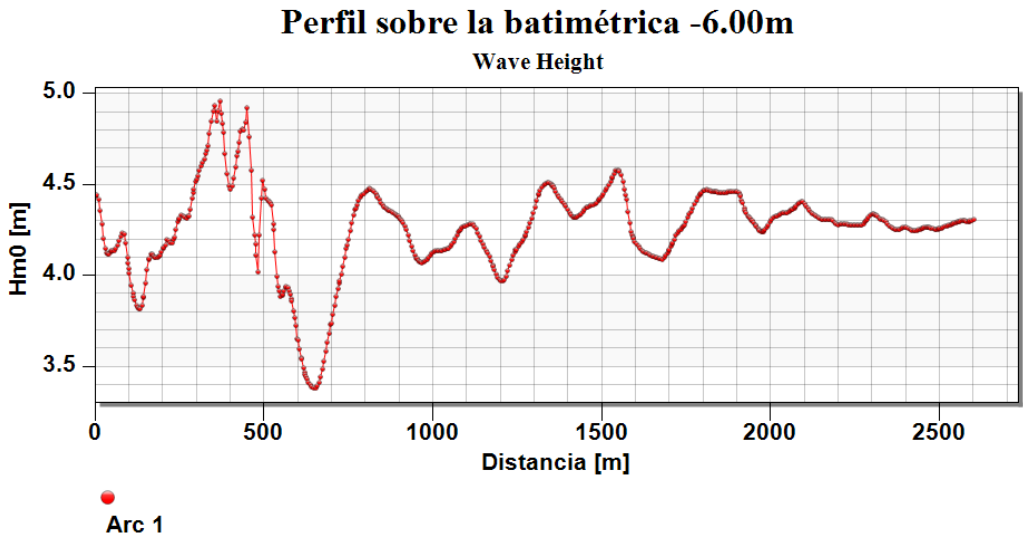


Figura 102. Valor de Hm0 sobre la batimétrica -6.00m, de SO a NE

Las estadísticas de Hm0 a lo largo de este perfil se recogen en la Tabla 42. Estadísticas de Hm0 a lo largo de la batimétrica -6.00m.

Tabla 42. Estadísticas de Hm0 a lo largo de la batimétrica -6.00m

ESTADÍSTICAS	
Hm0 max [m] =	4.96
Hm0 med [m] =	4.25
Hm0 min [m] =	3.38
Desv. Std. =	0.25

5.9.7. REGÍMENES MEDIOS DIRECCIONALES

5.9.7.1. Introducción

Se analizan los regímenes medios direccionales tomando como línea de separación la normal a la costa. Esto se hace con objeto de evaluar el potencial de transporte de sedimentos bruto y neto en el anejo de Dinámica Litoral.



Figura 103. Límites de oleaje utilizados

Se procede a filtrar los datos según los límites mostrados en la Figura 103. Límites de oleaje utilizados. Se obtendrán los oleajes del sector E y del sector S, según las olas provengan de una dirección con una de estas componentes. Adicionalmente se analizará el sector conjunto.

5.9.7.2. Sector E

La Figura 104. Oleaje de levante muestra la rosa de oleaje de levante, una vez filtrados los datos generales.

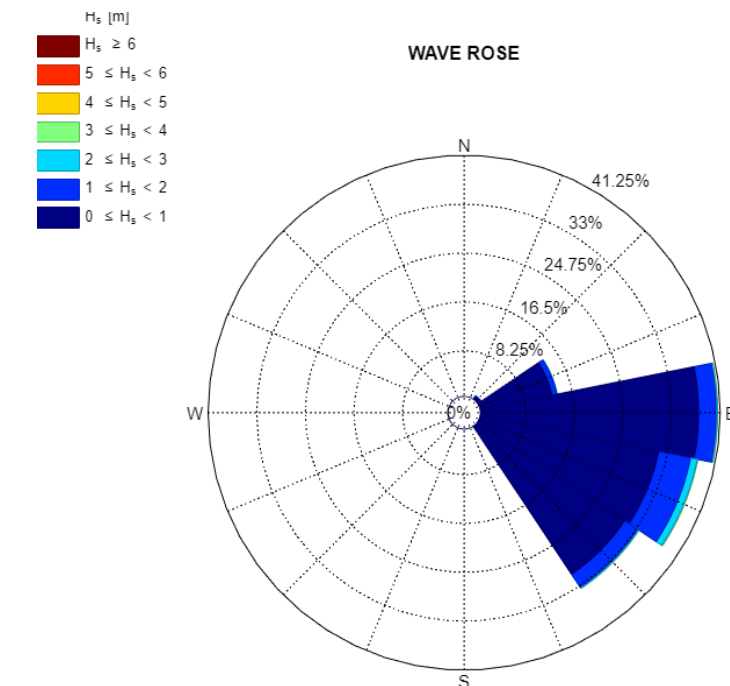


Figura 104. Oleaje de levante

Se calcula únicamente el régimen medio, dado que estos datos serán empleados para caracterizar la dinámica litoral.

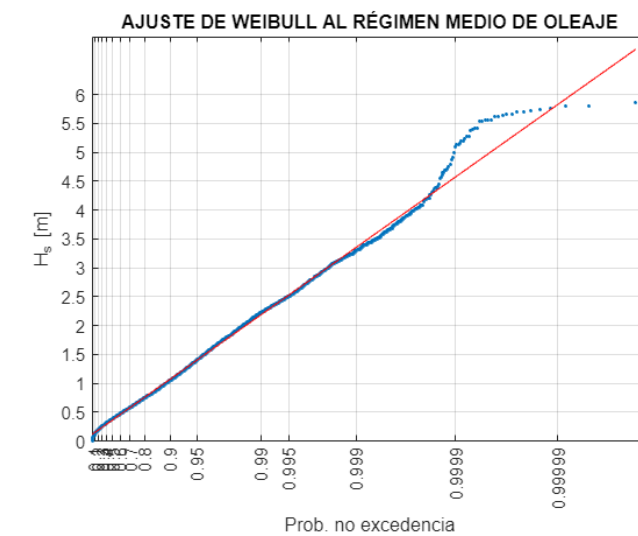


Figura 105. Régimen medio de los oleajes de levante

Los coeficientes de ajuste se muestran en la Tabla 43. Parámetros de ajuste del régimen medio a la distribución de Weibull triparamétrica.

Tabla 43. Parámetros de ajuste del régimen medio a la distribución de Weibull triparamétrica

	Parámetro	Valor
1	'A'	0.3782
2	'B'	0.1167
3	'C'	0.9000
4	'R2'	0.9973

Tabla 44. Probabilidades de no excedencia de H_{m0} para el régimen medio

	Prob. no exc.	H [m]
1	0.1000	0.1478
2	0.2000	0.1882
3	0.3000	0.2370
4	0.4000	0.2960
5	0.5000	0.3684
6	0.6000	0.4600
7	0.7000	0.5816
8	0.8000	0.7585
9	0.9000	1.0722
10	0.9500	1.3967
11	0.9900	2.1807
12	0.9986	3.1806
13	0.9990	3.3554
14	1	5.8297

El ajuste del periodo de pico a la altura de ola significativa en este sector es:

$$T_P = 6.834 \cdot H_{m0}^{0.1749} \quad [5-5]$$

Y la dirección del flujo medio de energía es $\theta = 107.40^\circ\text{N}$

El oleaje a emplear para este sector es:

Tabla 45. Oleaje del sector E

Parámetro	Valor
H_{m0} [m]	0.78
T_p [s]	6.42
DmD [°N]	107.40

5.9.7.3. Sector S

La rosa de oleaje en este caso es la siguiente:

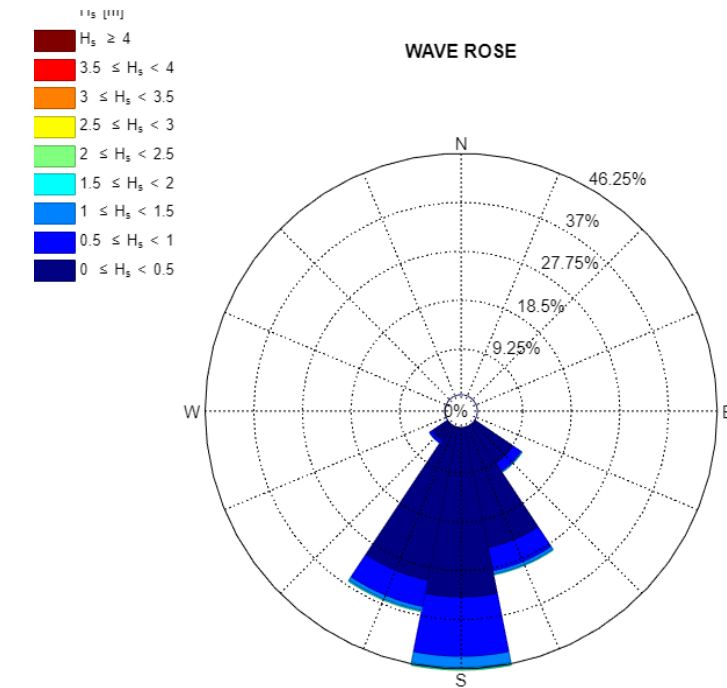


Figura 106. Rosa de oleaje del sector S

El régimen medio es:

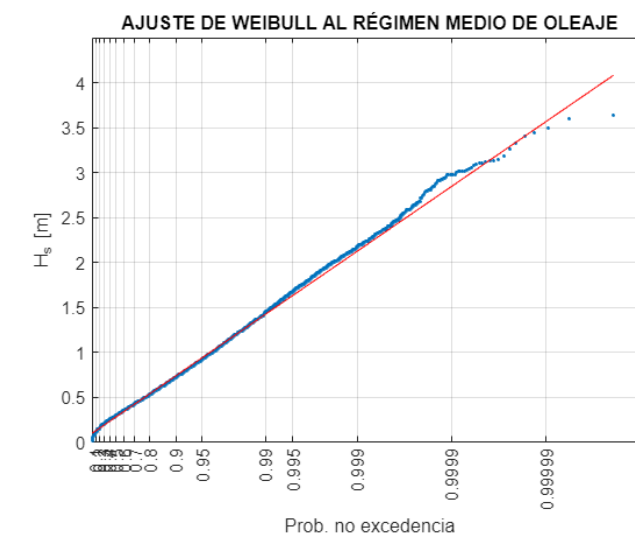


Figura 107. Régimen medio del sector S

Tabla 46. Probabilidades de no excedencia de oleajes del sector S

	Prob. no exc.	H [m]
1	0.1000	0.1236
2	0.2000	0.1535
3	0.3000	0.1884
4	0.4000	0.2295
5	0.5000	0.2791
6	0.6000	0.3406
7	0.7000	0.4212

	Prob. no exc.	H [m]
8	0.8000	0.5364
9	0.9000	0.7367
10	0.9500	0.9403
11	0.9900	1.4220
12	0.9986	2.0226
13	0.9990	2.1265
14	1	3.5703

El ajuste del periodo de pico a la altura de ola significativa en este sector es:

$$T_p = 6.3975 \cdot H_{m0}^{0.2457} \quad [5-6]$$

Y la dirección del flujo medio de energía es $\theta = 178.99^\circ\text{N}$

El oleaje para emplear en este sector es:

Tabla 47. Oleaje medio del sector S

Parámetro	Valor
Hm0 [m]	0.53
Tp [s]	5.45
DmD [°N]	178.99

En ambos casos se ha empleado el oleaje equivalente, entendiendo como tal el siguiente:

$$H_{eq} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N C g_i \cdot H_{m0}^2}{\sum_{i=1}^N C g_i}}$$

$$\theta_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i \cdot H_{m0}^2}{\sum_{i=1}^N H_{m0}^2} \quad [5-7]$$

$$Tp_{eq} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N C g_i \cdot T_p^2}{\sum_{i=1}^N C g_i}}$$

5.9.7.4. Sector conjunto

Con objeto de simplificar la modelización de la evolución costera, se procede a evaluar todo el rango de oleajes que afectan al tramo de costa en estudio, de forma análoga a como se ha hecho en los casos anteriores.

La rosa de oleaje en este caso es la que se muestra en la figura siguiente.

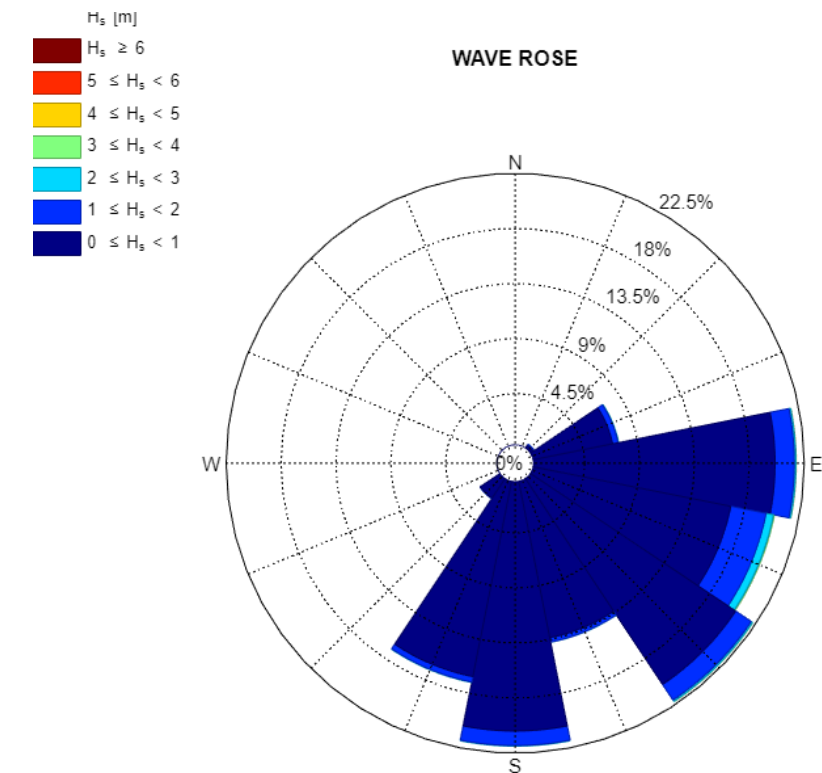


Figura 108. Rosa de oleaje de los sectores que afectan a la costa

El régimen medio de oleaje en este caso es

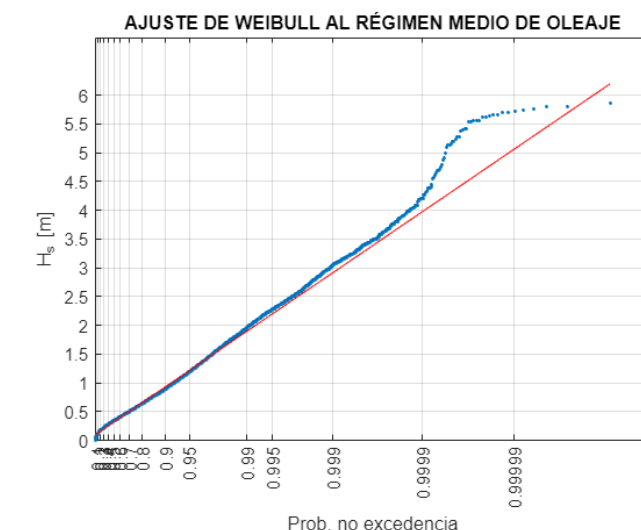


Figura 109. Régimen medio del oleaje que afecta a la costa

Las probabilidades de no excedencia son:

Tabla 48. Probabilidades de no excedencia en los oleajes que afectan a la costa

	Prob. no exc.	H [m]
1	0.1000	0.1287
2	0.2000	0.1638
3	0.3000	0.2062

	Prob. no exc.	H [m]
4	0.4000	0.2575
5	0.5000	0.3204
6	0.6000	0.3999
7	0.7000	0.5056
8	0.8000	0.6592
9	0.9000	0.9317
10	0.9500	1.2136
11	0.9900	1.8946
12	0.9986	2.7631
13	0.9990	2.9150
14	1	5.0643

El oleaje para emplear en este sector es:

Tabla 49. Oleaje medio del sector conjunto

Parámetro	Valor
Hm0 [m]	0.68
Tp [s]	6.02
DmD [°N]	128.46

5.10. DINÁMICA LITORAL

5.10.1. DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

La situación actual del deslinde del DPMT se muestra en la siguiente imagen.

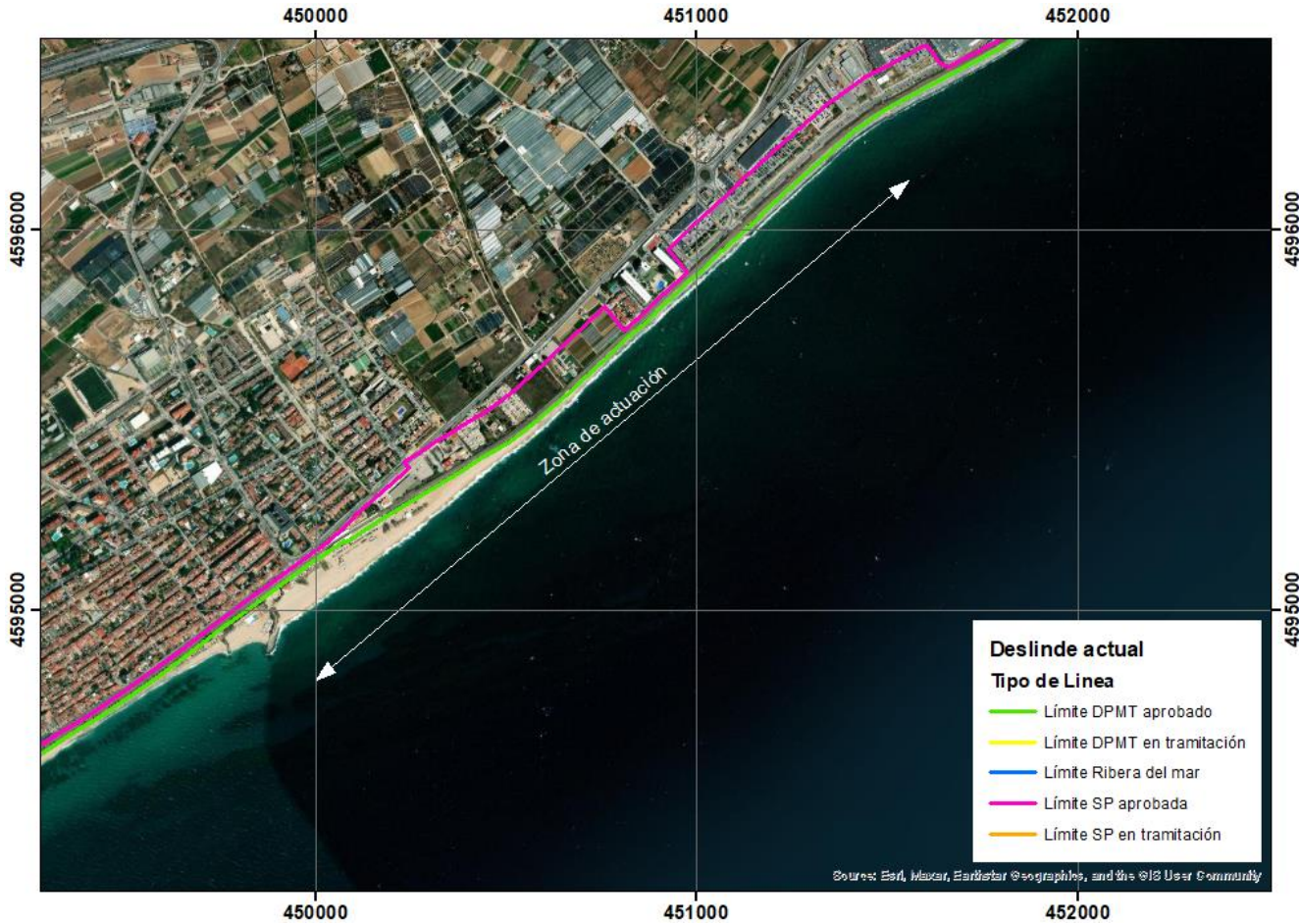


Figura 110. Deslinde del DPMT

5.10.2. DATOS GENERALES DE LA PLAYA

Se muestran los datos generales de la playa en la Tabla 50. Datos de la playa de Cabrera. Fuente: GENCAT, 2008.

Tabla 50. Datos de la playa de Cabrera. Fuente: GENCAT, 2008

Pl. de Cabrera de Mar MACB064					
Comarca:	Maresme	T.M.	Cabrera de Mar	Localització (utm)	450621 4595625
Descripció general		Morfodinàmica		Hidrodinàmica	
Longitud ¹ (m):	1120	Tipus de platja (segons extrems) extrem llevant: extrem ponent:	Oberta	Clima d'onatge ⁴ quadrant: Hs mitjana (m): Tp mitja (s) Direcció més freqüent ⁵ : Direc. flux d'energia resultant ⁵ Hs amb T _R 10 anys (m): Hs amb T _R 100 anys (m)	III (Blanes) 0.69 6.20 202° SSW 20.0% 235° 5.11 6.47
Amplada ¹ (m) mitja: màxima: mínima:	24 57 3	Estat evolutiu ³ : Comportament evolutiu ³ evolució mitja (m/a): erosió mitja (m/a): long. zona d'erosió (m): acreció mitja (m/a): long. zona d'acreció (m): long. zona d'equilibri (m) anàlisi (esquema)	ERO -4.5 -4.5 1120 0 0 0	Nivell del mar ⁶ rang (m): nivell amb T _R 10 a (m): nivell amb T _R 100 a (m):	0.44 0.54 0.75
Superfície ¹ (m²):	25084			Remunta del onatge mitja (m): Ru amb T _R 10 anys (m): Ru amb T _R 100 anys (m)	0.6 2.0 2.6
Altura berma ² (m) mitja: màxima: mínima:	2.2	Presència de obstacles (S/N): tipus: nombre:	N	Onatge (esquemes)	
Pendent estran ² mitja: màxima: mínima:	0.10	Obres d'alimentació (S/N): volum (m³): tipus material: Última aportació data: volum (m³): tipus material:		Corrents (esquemes):	
Sediment ² d ₅₀ (mm): σ (mm): color:	0.538 0.146 Daurat Clar	Estat morfodinàmic modal:	<1 Reflexant 6.9		
Orientació mitja platja ⁷ : (* dreta respecte al N)	50	Profunditat tancament (m):			
Batimetria recent (S/N): codi: any		Taxes transport longitudinal net (m³/a): brut (m³/a): cap a ponent (m³/a):	38000 148000 93000		

Tabla 51. Datos municipales

Cabrera de mar			
Gestió			
Nom de les Regidories encarregades de la gestió:	1. Obres, Serveis Públics i Medi Ambient 2. Sanitat	Situació d'Emergència (S/N): Descripció: Mesures aplicades: Data:	Sí Fuita col·lector Prohibir el bany -
Pressupost dedicat a la gestió de platges municipal: Procedència del pressupost:	145.000 €; 55.000 € Obres i Medi Ambient i Sanitat respectivament	Densitat excessiva d'usuaris (S/N):	No
Gestió de platges inclosa a l'Agenda 21 Local (S/N): Descripció:	No -	Utilitat monitorització (S/N):	No
Problemes pèrdua de superfície (S/N):	Sí	Limits d'usuaris a les platges (S/N):	No
Fluctuació/reorientació de la línia de riba (S/N):	No	Activitats conflictives (S/N): Tipus:	No -
Acumulació de sorra (S/N):	No	Tipus de neteja : Frequència:	Mecànica i manual Diàriament
Desperfectes a les infraestructures (S/N): Tipus de danys: Cost: Origen del finançament:	Sí Ultrapassament i impacte al passeig marítim i a la via del tren - Renfe	Acumulació de residus (S/N):	No
Actuacions per a paliar problemes (S/N): Descripció:	No -	Abalissament (S/N) :	Sí
Moviments de sorra (S/N):	Sí	Incompliments legislació (S/N): Descripció:	No -
Comunitat que pugui quedar afectada (S/N): Descripció: Mesures de protecció:	No - -	Principal problema o preocupació:	La manca de sorra en el tram nord. La brutícia provocada per les puges torrencials.
Canvis en el diàmetre del gra (S/N):	Sí	Altres problemes i conflictes (S/N) :	S Impermeabilitat infraestructures de comunicació; Erosió Força; En episodis de pluges, problemes de sanejament
Actuacions en Zones Húmedes (S/N): Descripció: Organisme responsable:	No - -		
Episodis de contaminació a les platges (S/N): Descripció: Data:	Sí Fuita col·lector i fuita vaixell Juliol 2007 i Gener 2008		
Conflicte ZMT (S/N) :	No		

5.10.3. DIAGNÓSTICO PREVIO

La estructura actual de la costa del Maresme viene condicionada por las sucesivas actuaciones que se han realizado para situar infraestructuras en el borde litoral (CEDEX, 2014).

La costa del Maresme, respecto a la dinámica litoral, se puede caracterizar por tres aspectos diferenciados:

- La construcción de la vía de ferrocarril de Barcelona a Mataró, que limita y rigidiza el movimiento de la línea de orilla
- La construcción de puertos deportivos en gran número (Masnou, Premiá, Mataró, Balís y Arenys de Mar, en tan sólo 14 millas náuticas), que interrumpen el transporte de sedimentos longitudinal neto, que se verifica de NE a SW
- La urbanización de la costa, que limita o impide el aporte de material sedimentario por las rieras y ramblas, y concentra su flujo, al limitar la infiltración en el terreno

Así, según (CEDEX, 2014), aparecen tres sistemas litorales:

- Río Tordera (Malgrat)-Arenys de Mar: Se caracteriza por un uso mayoritariamente turístico. Playas no continuas y un tramo no excesivamente erosionado.
- Arenys de Mar-Mataró: Es una transición; desde zona turística y de segunda vivienda hasta un área suburbana barcelonesa. La costa es una playa continua pero muy erosionada.
- Mataró-Montgat: Es una zona urbana o peri-urbana, pudiéndole adscribir al área de Barcelona. La costa está muy fragmentada por sus puertos deportivos y la línea del ferrocarril forma un fuerte corte entre la costa y las zonas urbanas. La costa se encuentra muy erosionada con grandes desequilibrios producidos por los puertos deportivos.

La zona de actuación se encuentra inmersa en el sistema C.

En esta zona, la estrategia de actuación en el Maresme (CEDEX, 2014) indica lo siguiente:

La alta fragmentación de la costa, con dos puertos deportivos, el uso casi urbano de sus playas, y la presencia entre los núcleos urbanos y la playa de la línea férrea hacen que se deba pensar en una solución con una playa lo más estable posible, lo que obligaría a una gestión continuada del sedimento, con posibles nuevos aportes, y una semirigidización de la costa con retroalimentaciones periódicas en los diversos tramos. Entre los años 1987 y 1995 se vertieron en el sistema 3.600.000 m3 de arena.

El tramo de costa entre los puertos de Mataró y Premiá, en el que se encuentra la zona de actuación, muestra una longitud de zona de erosión de 3.60 km, en tanto que la zona en acreción, en la zona sur, presenta una longitud de 1.2 km, por efecto del espigón allí ubicado, y ningún tramo se encuentra en equilibrio.

5.10.4. UNIDAD FISIAGRÁFICA

Se entiende por unidad fisiográfica el tramo de costa que apenas intercambia material sedimentario con el exterior. Dada la situación actual de la costa del Maresme, se considera correcto considerar como unidad fisiográfica del tramo de

costa en estudio la limitada por los puertos de Mataró al norte y de Premiá de Mar al sur, dado que los pies de ambos diques de abrigo se encuentran a una profundidad en torno a la activa, por lo que constituyen barreras respecto del transporte de sedimentos longitudinal.

Esta consideración concuerda con lo indicado en (CEDEX, 2014).

5.10.5. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA COSTA.

Se han analizado diferentes ortofotografías y fotos de satélite históricas que muestran la evolución del tramo de costa. Las observaciones muestran la tendencia al retroceso de la costa. Es significativo comprobar el efecto de las actuaciones en el interior sobre la playa. En el caso de la desembocadura de la riera de Cabrera, se comprueba el efecto de la urbanización y las actuaciones sobre el cauce. Las imágenes pueden consultarse en el anejo de dinámica litoral del proyecto.

5.10.6. ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

El transporte de sedimentos se ha calculado por medio del modelo CMS-FLOW a partir de los datos de oleaje y nivel del mar obtenidos en el anejo de clima marítimo y los resultados de propagación del oleaje (H_{m0} , T_p , θ , tensión de radicación y disipación de energía) calculados por medio del modelo CMS-WAVE.

En el anejo de clima marítimo se han calculado los regímenes medios direccionales al norte y sur de la normal a la costa; se han denominado "Sector E" y "Sector S" (Figura 111. Límites de oleaje utilizados).

El oleaje para emplear en el sector E es:

Tabla 52. Oleaje medio del sector E

Parámetro	Valor
H_{m0} [m]	0.78
T_p [s]	6.42
D_mD [°N]	107.40

El oleaje para emplear en el sector S es:

Tabla 53. Oleaje medio del sector S

Parámetro	Valor
H_{m0} [m]	0.53
T_p [s]	5.45
D_mD [°N]	178.99



Figura 111. Límites de oleaje utilizados

Se emplea el nivel del mar resultante de la sobreelevación por cambio climático: $\eta = 0.332$ m.

Se han construido dos mallas anidadas, de forma que se pueda aproximar el oleaje a la zona de detalle desde el nodo SIMAR.

5.10.6.1. Modelización del transporte de sedimentos producido por los oleajes del sector E

El espectro de energía en la dirección principal se muestra en la Figura 112. Espectro de energía para el oleaje del sector E.

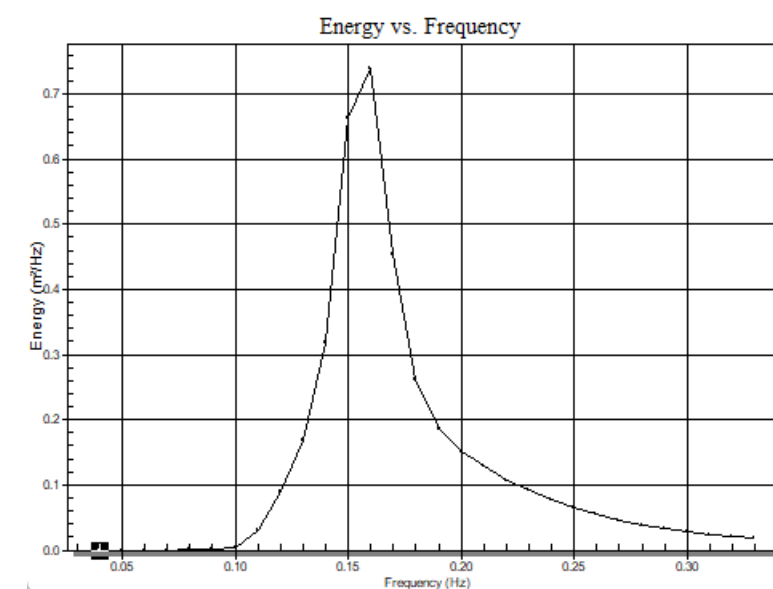


Figura 112. Espectro de energía para el oleaje del sector E

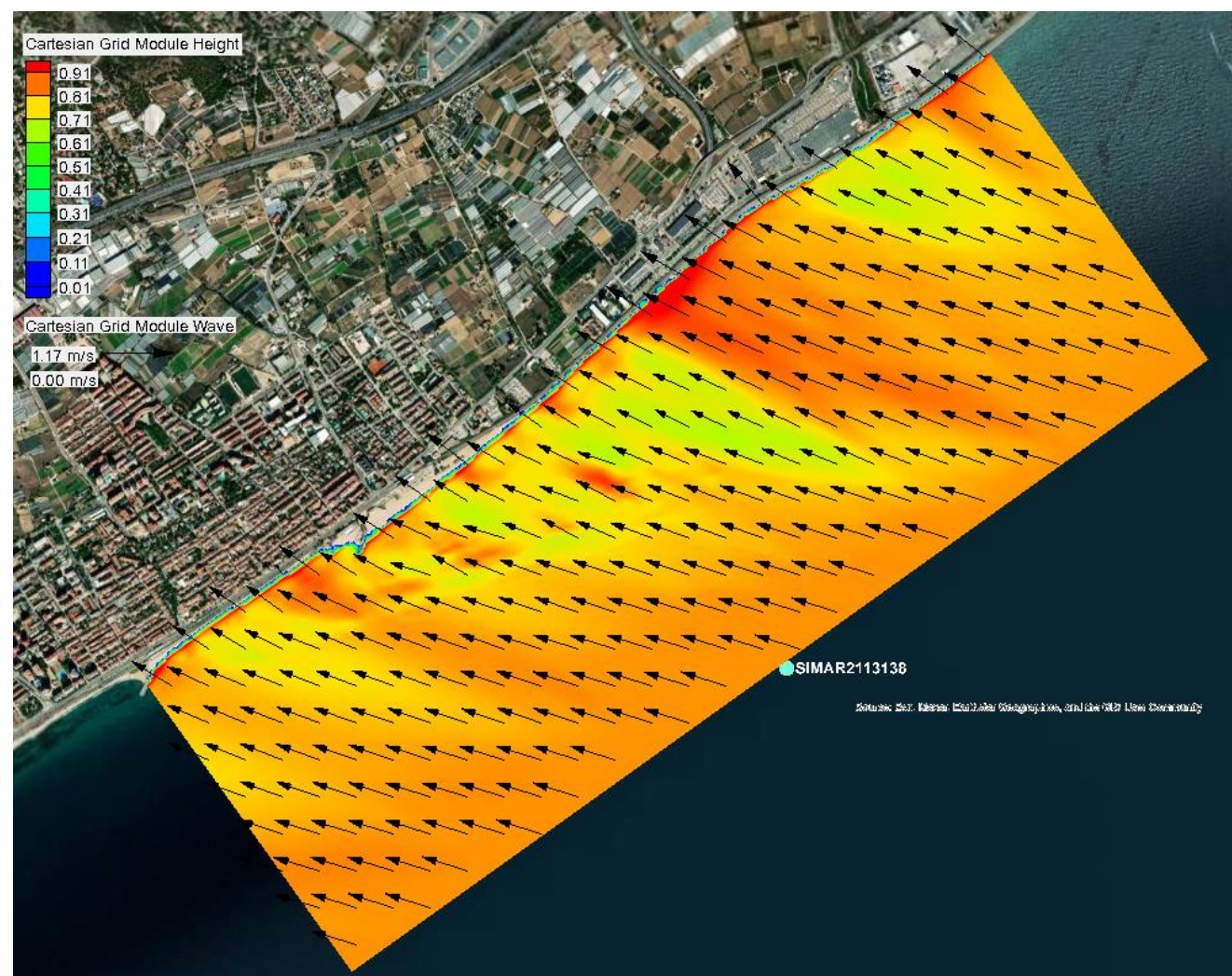


Figura 113. Propagación del oleaje del sector E en la malla regional



Figura 114. Propagación del oleaje del sector E en la malla de detalle



Figura 115. Corriente producida por la rotura del oleaje del sector E

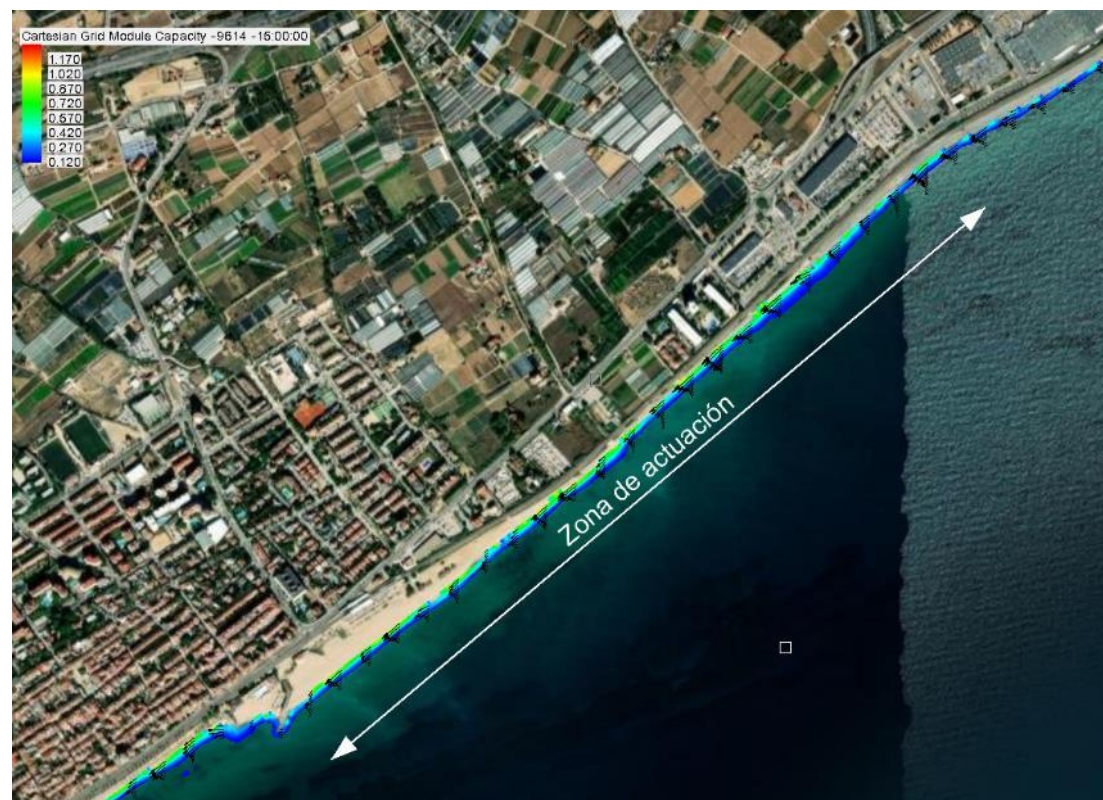


Figura 116. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje del sector E

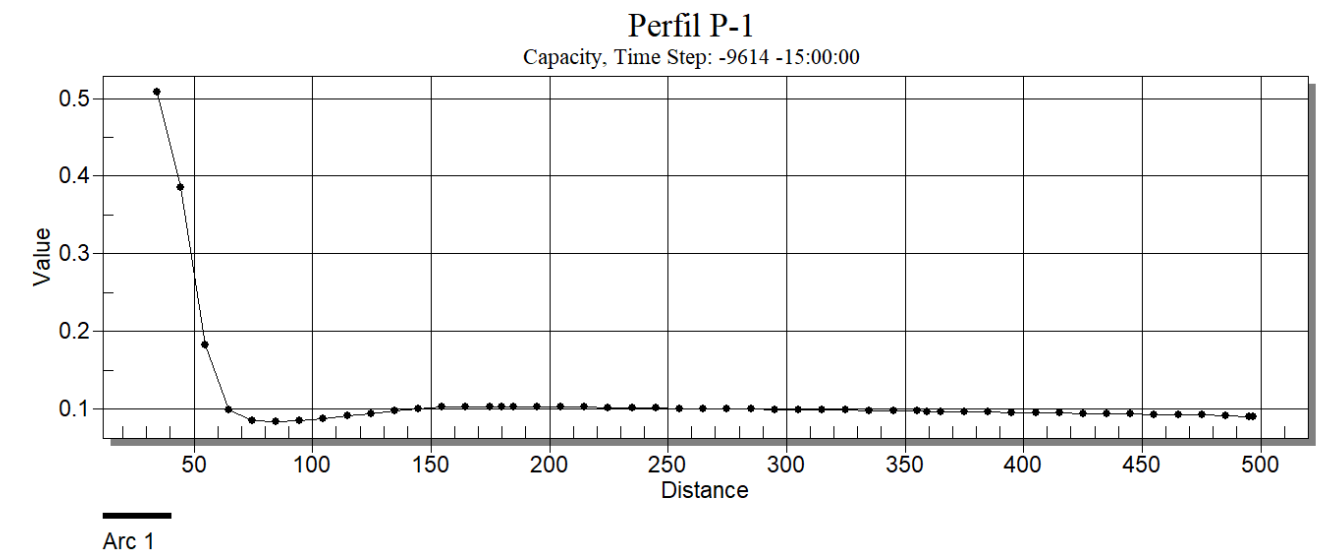


Figura 117. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-1

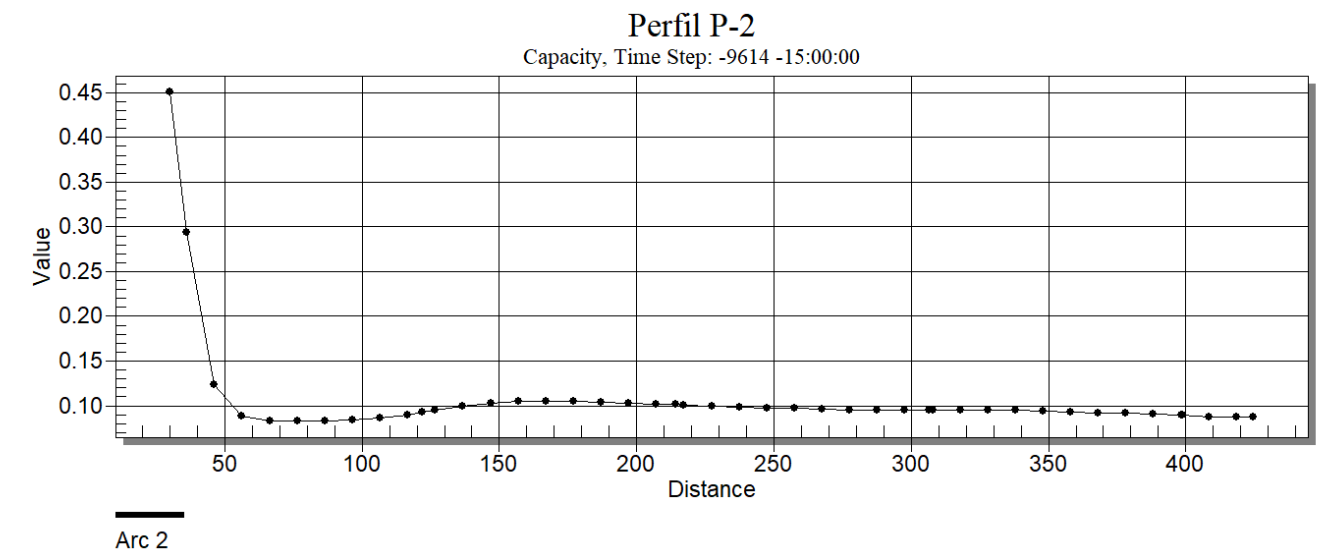


Figura 118. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-2

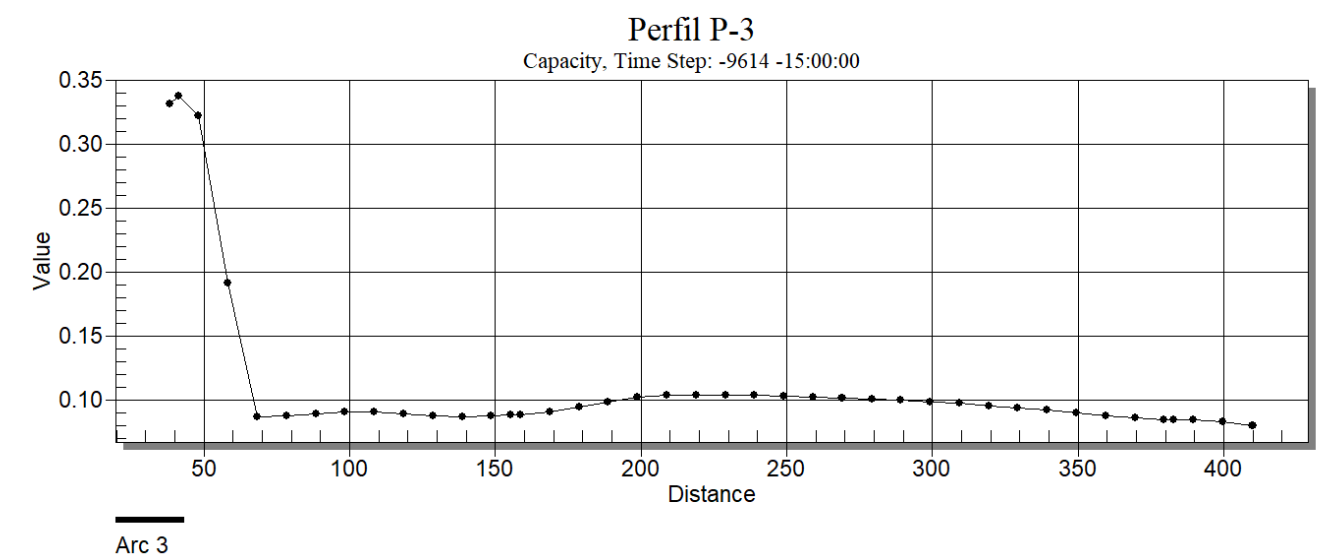


Figura 119. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-3

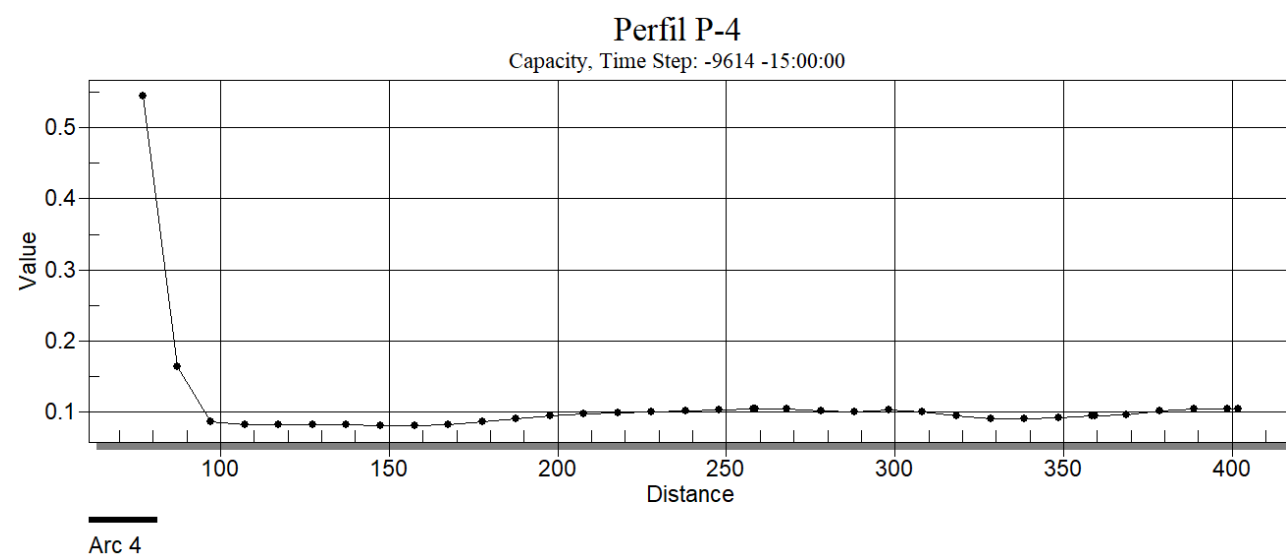


Figura 120. Potencial de transporte de sedimentos en perfil P-4

Integrando las curvas se obtiene un potencial de transporte de sedimentos hacia el SW:

Tabla 54. Potencial de transporte de sedimentos hacia el SW

PERFIL	Q [M3/AÑO]
P-1	5,521.06
P-2	7,165.13
P-3	10,171.61
P-4	12,286.36

A la vista de los resultados se observa que la tendencia de los oleajes del sector E es a producir erosión, dado que el potencial de transporte de sedimentos aumenta hacia el final del tramo.

5.10.6.2. Modelización del transporte de sedimentos producido por los oleajes del sector S

Se procede de forma análoga, empleando el oleaje del sector S. El espectro de energía se muestra en la figura siguiente.

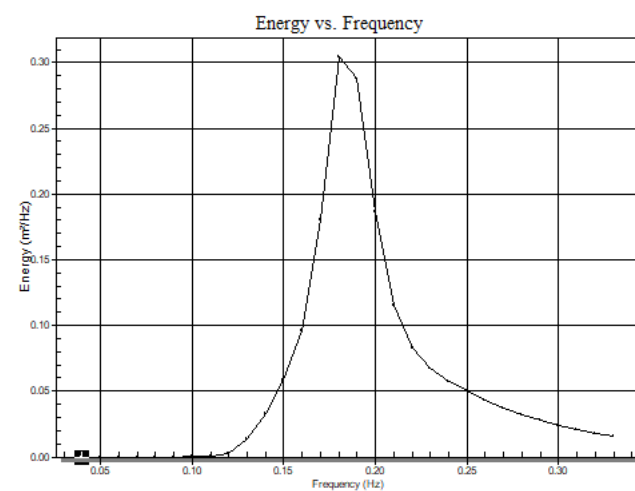


Figura 121. Espectro de energía del sector S

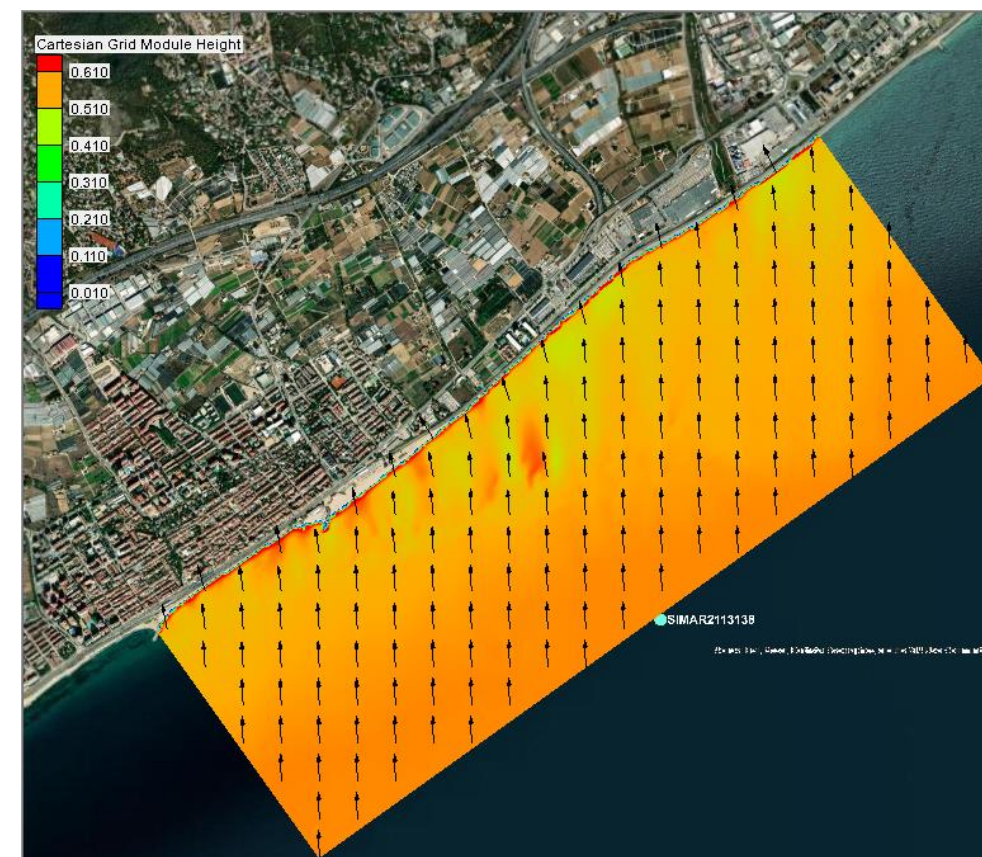


Figura 122. Propagación del oleaje del sector S en la malla regional



Figura 123. Propagación del oleaje del sector S en la malla de detalle

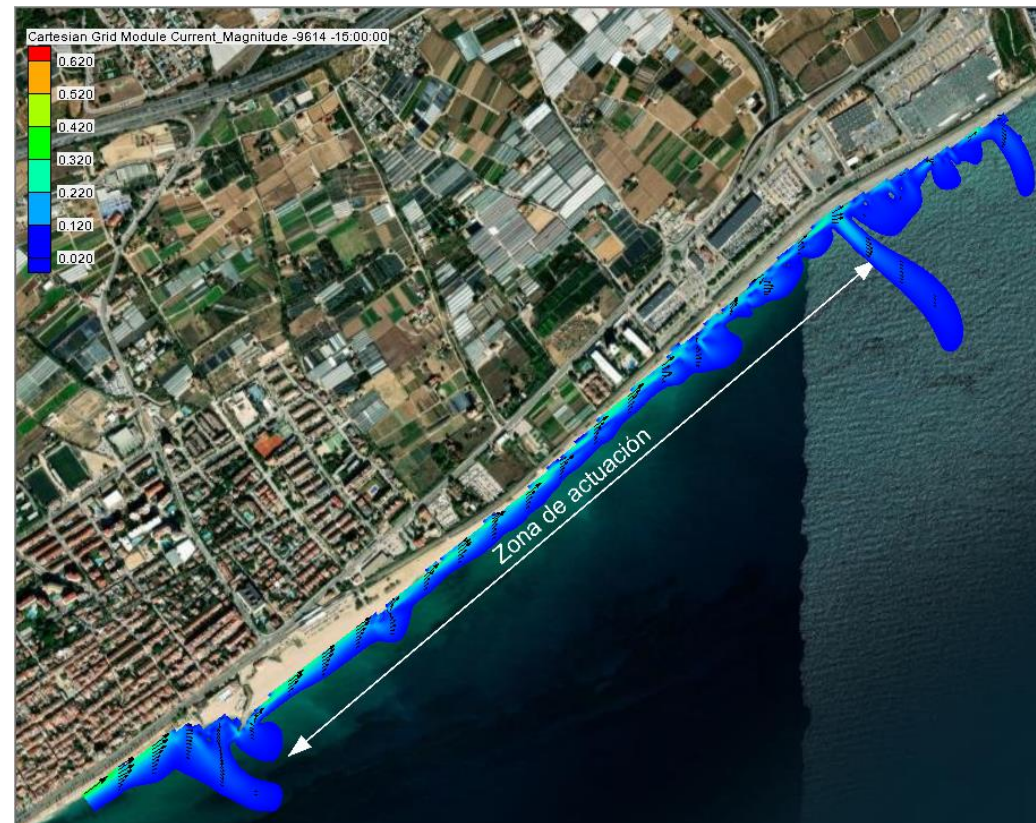


Figura 124. Corriente producida por la rotura del oleaje del sector S



Figura 125. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje del sector S

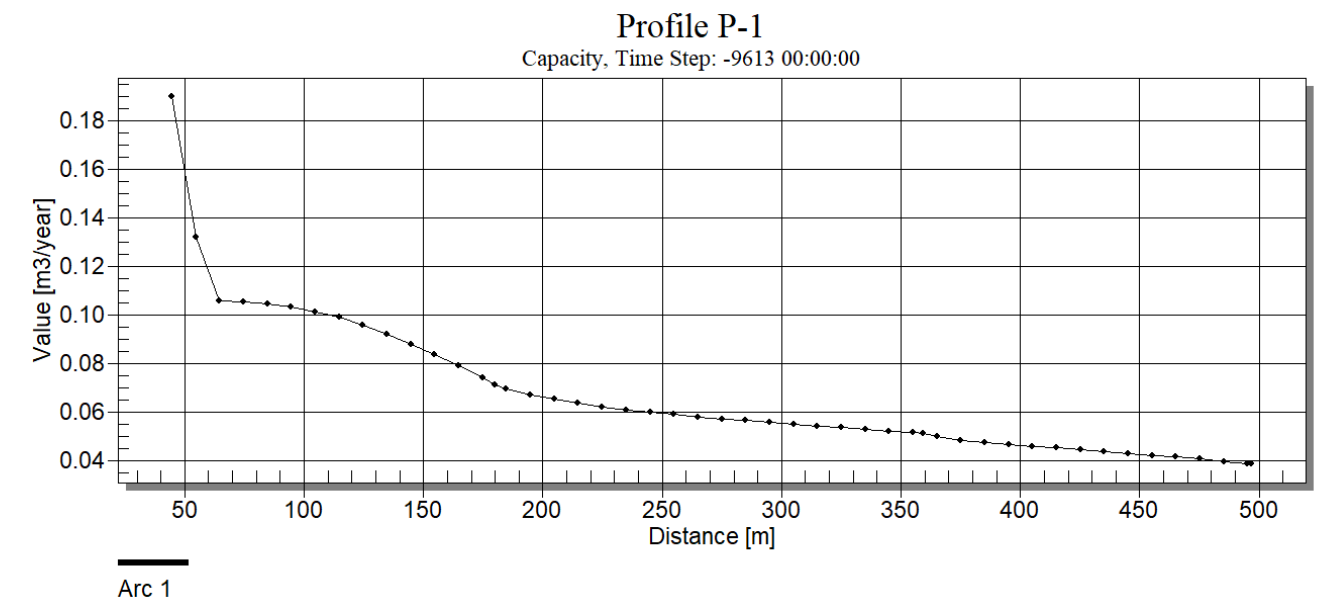


Figura 126. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-1

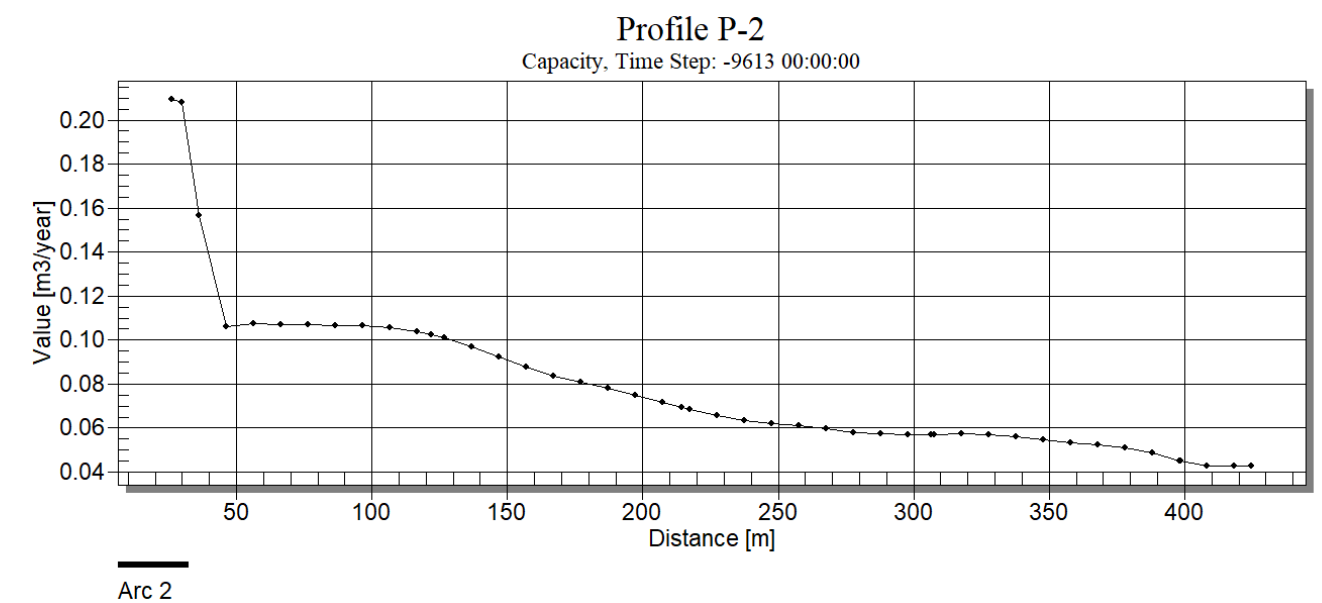


Figura 127. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-2

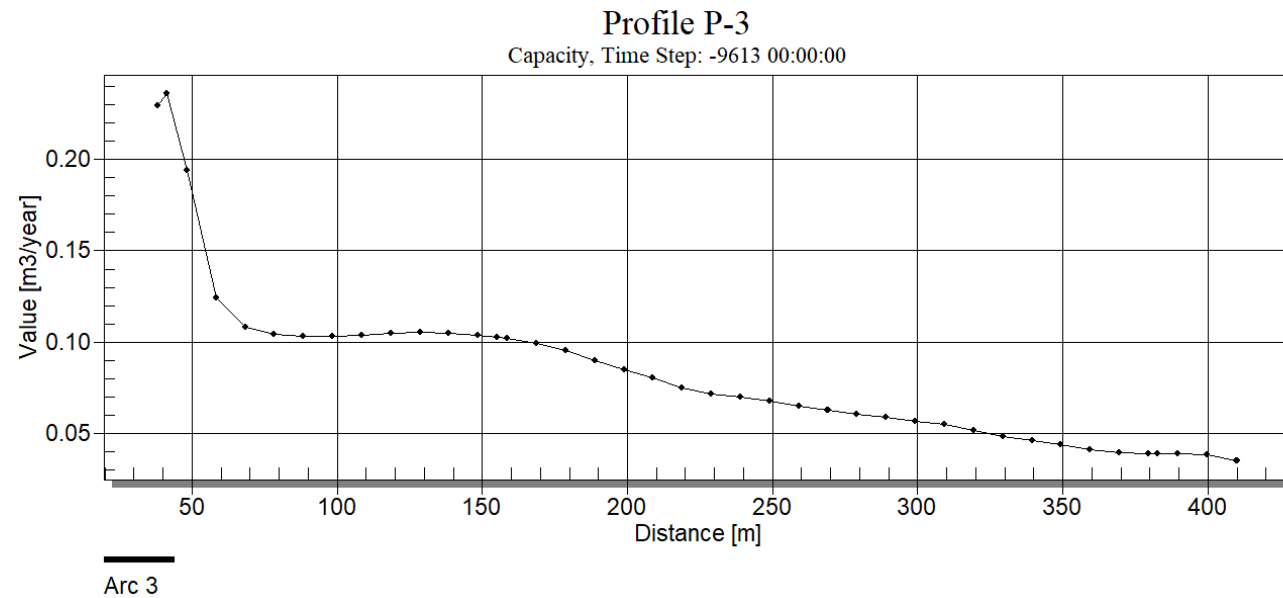


Figura 128. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-3

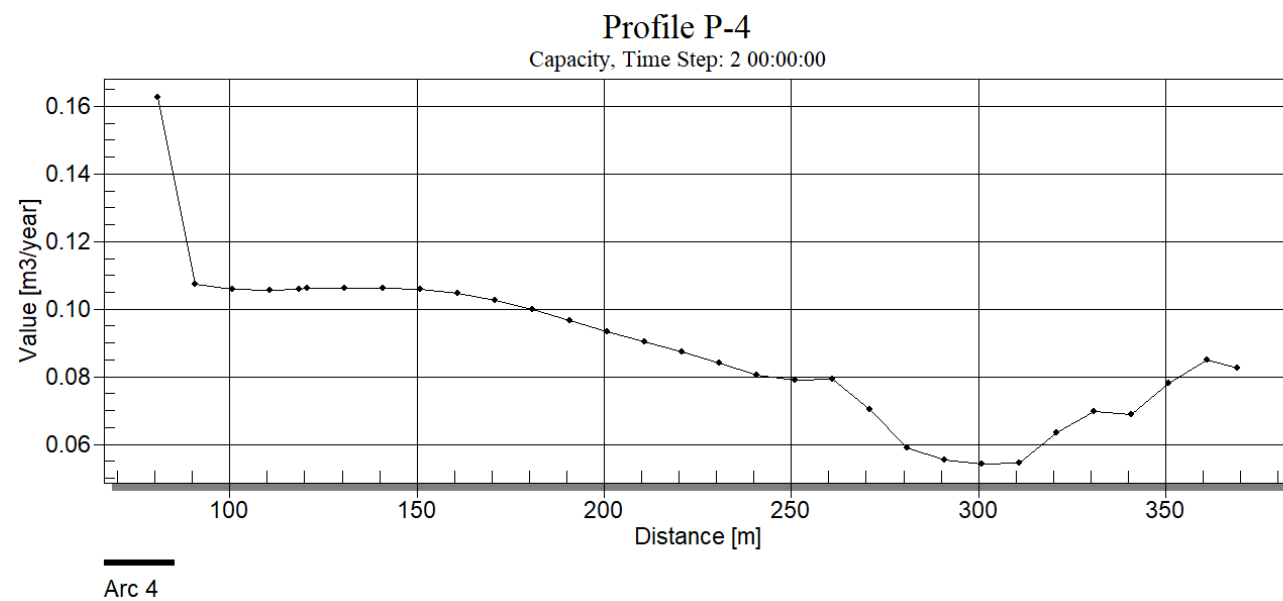


Figura 129. Potencial de transporte de sedimentos producido por el oleaje S en perfil P-4

Integrando las curvas se obtiene un potencial de transporte de sedimentos hacia el NE:

Tabla 55. Potencial de transporte de sedimentos hacia el NE

PERFIL	Q [M3/AÑO]
P-1	3,194.93
P-2	5,201.78
P-3	6,731.88
P-4	2,674.24

5.10.6.3. Potencial de transporte de sedimentos

Combinando las tablas obtienen los resultados del potencial de transporte de sedimentos longitudinal neto y bruto:

Tabla 56. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio

Perfil	Q [m³/año]			
	Sector E	Sector S	Neto	Bruto
P-1	5,521.06	3,194.93	2,326.13	8,715.98
P-2	7,165.13	5,201.78	1,963.35	12,366.92
P-3	10,171.61	6,731.88	3,439.73	16,903.49
P-4	12,286.36	2,674.24	9,612.12	14,960.60

Es preciso mencionar que estos datos son teóricos, y deben ser calibrados con medidas en la naturaleza.

En cualquier caso, los resultados del transporte muestran una clara tendencia a la erosión hacia el SW. Los valores del transporte de sedimentos son moderados, por lo que, dado que no existe una aportación natural de sedimentos que equilibre el balance sedimentario, la tendencia al retroceso de la línea de orilla será lenta, pero constante, salvo que se rigidice la costa o se realicen aportaciones periódicas de material sedimentario.

Estas tasas de transporte de sedimentos contrastan con las calculadas en otros trabajos. Por ejemplo, (GENCAT, 2008) produce unas cifras notablemente más altas, pero están calculadas con las formulaciones empíricas del CERC y Kamphuis, que producen resultados más elevados generalmente, y por otra parte, tienen limitado su uso en zonas como la de actuación.

5.10.6.4. Dirección morfológica

Se calcula la dirección morfológica, entendida ésta como la dirección de la normal a la costa que produce un transporte de sedimentos nulo (Figura 130. Potencial de transporte de sedimentos en función de la orientación de la costa).

Esta dirección resulta ser $\theta = 115.07^\circ$. El cálculo se ha empleado utilizando la fórmula empírica del CERC.

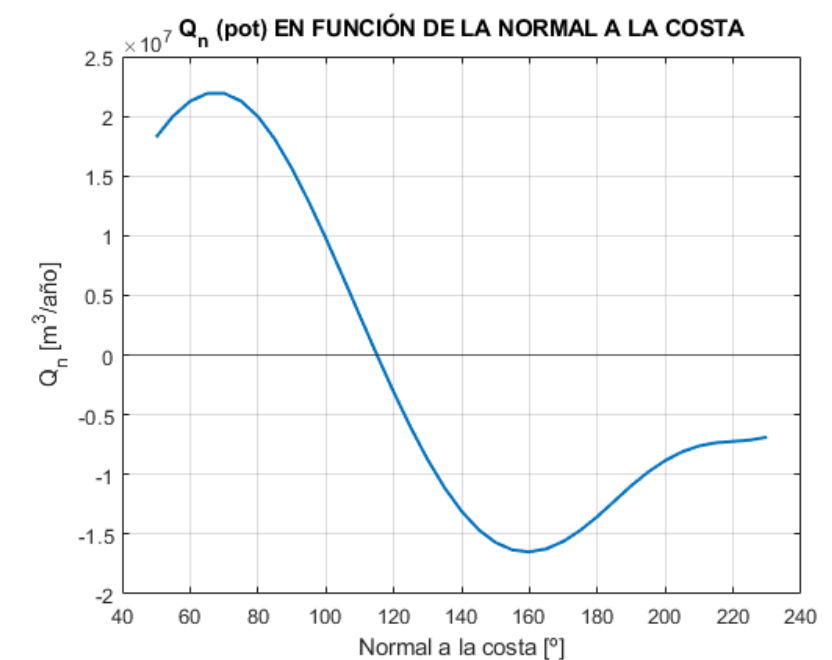


Figura 130. Potencial de transporte de sedimentos en función de la orientación de la costa

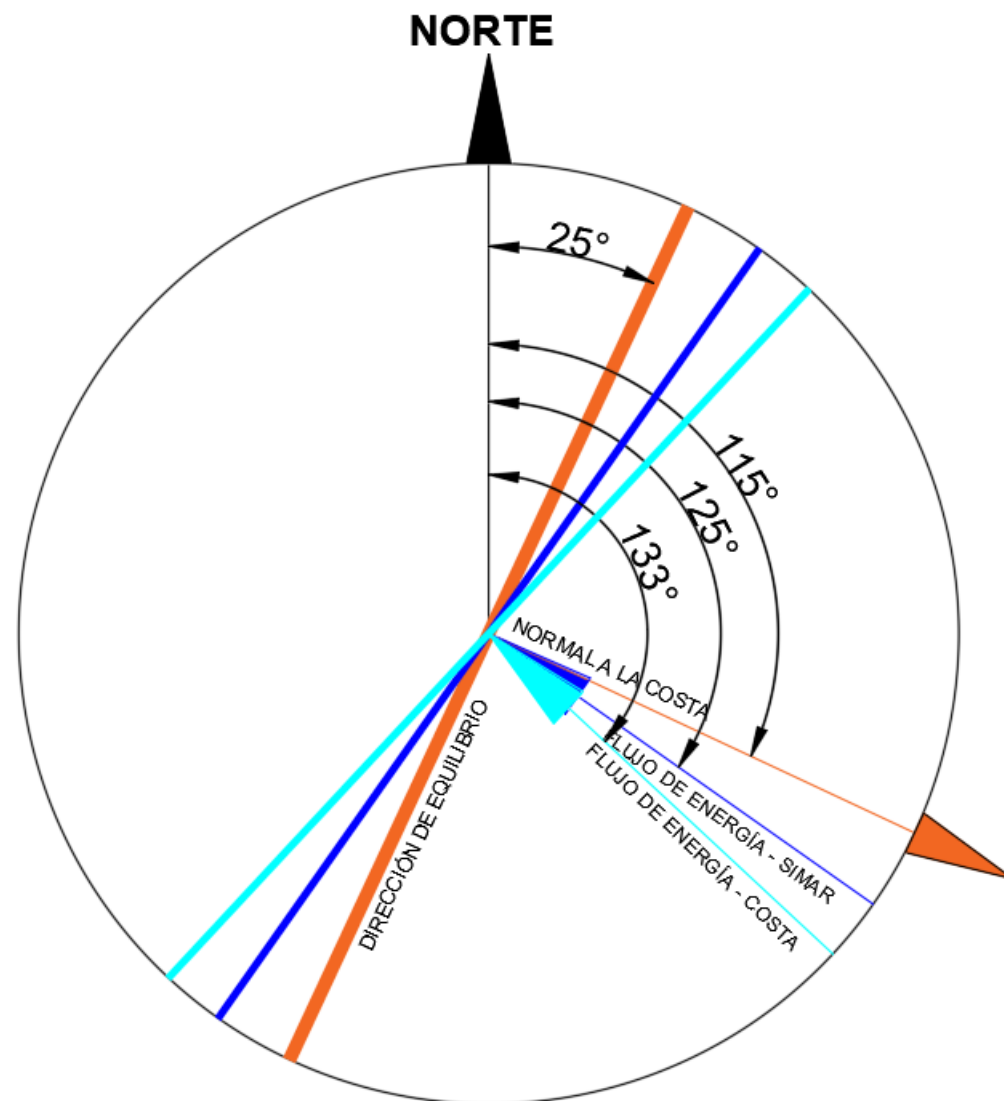


Figura 131. Dirección teórica del equilibrio

El cálculo de la dirección morfológica debería coincidir con el flujo medio de energía; dado que se han realizado con procedimientos diferentes, los resultados resultan similares, por lo que se entiende que la dirección media teórica de equilibrio de la línea de costa en el tramo de cálculo debe estar en torno a ambos valores.

En la Figura 131. Dirección teórica del equilibrio, la línea azul clara muestra la alineación de equilibrio teórica en base al oleaje al pie de la playa.

5.10.6.5. Profundidad activa

La altura de ola significativa que se supera 12 horas al año resulta ser $H_{s,0.137} = 2.77$ m. Según (Hallermeier, 1981) y (Birkemeier, 1985), ello proporciona una profundidad activa de $h_{in} \sim 4.20$ m. y una profundidad de cierre calculada $h_{out} \sim 5.40$ m. La profundidad de cierre se ha estimado entre 7 m (GENCAT, 2008) y 9 m (Sorribas, Serra, & Calafat, 1993).

Las formulaciones de (Birkemeier, 1985) son:

$$h_{in} = 1.75 \cdot H_{s,0.137} - 57.9 \left(\frac{H_{s,0.137}^2}{g \cdot T^2} \right) \quad [5-8]$$

$$h_{out} = 0.018 \cdot H_m \cdot T_m \sqrt{\frac{g}{D_{50}(s-1)}} \quad [5-9]$$

En (CEDEX, 2012) se ha analizado la profundidad de cierre en las playas españolas, empleando datos de campo y verificando la evolución costera. De los resultados obtenidos se comprueba que las ecuaciones de (Hallermeier, 1981) y (Birkemeier, 1985) proporcionan resultados más bajos de los reales (Figura 132. Comparación de resultados reales vs. Formulación empírica de Hallermeier, 1981. Fuente: CEDEX, 2012)

Tabla 57. Profundidad de cierre en las playas españolas. Fuente: CEDEX, 2012

	Playa	PdC	$H_{s,0.137}$	Normal a la playa	Encajada/Abierta	Tiempo (Nº de años)	Prof. cuerdas	PdC _{Hallermeier}	PdC _{Birkemeier}	PdC _{CED}
ZONA I	Playa de La Zurriola (Gipúzcoa)	15.75	5.00	327	Encajada	4	-12	-10.63	-8.10	-8.75
	Playa de La Concha (Gipúzcoa)	6.25	5.00	333	Encajada	4	-12	-10.63	-8.10	-8.75
	Playa de Deba (Gipúzcoa)	8.00 / 16.00	5.00	8	Encajada	1	-9	-10.63	-8.10	-8.75
	Playa de La Arena (Muskiz)	15.34	5.00	334	Encajada	1.3	-10	-10.63	-8.10	-8.75
	Playa de Salinas (Castrillón)	13.10	5.00	328	Encajada	4	-13	-10.65	-8.12	-8.75
ZONA II	Playa de Santa Maria del Mar (Cádiz)	5.00	3.80	241	Encajada	1	-3	-7.78	-5.90	-6.65
	Playa de las Gaviotas, Fuengirola (Málaga)	8.50	2.70	123	Abierta	4	-	-5.63	-4.18	-4.73
	Playa de Santa Amalia, Fuengirola (Málaga)	8.80	2.70	109	Abierta	4	-	-5.63	-4.18	-4.73
	Playa de San Andrés (Málaga)	5.60	2.70	117	Abierta	4.4	-	-5.63	-4.18	-4.73
	Playa de la Malagueta (Málaga)	5.60	2.70	156	Abierta	2.3 (Fase 1) y 1.67 (Fase2)	-	-5.63	-4.18	-4.73
	Playa de Mojacar (Almería)	8.30	3.50	88	Abierta	1.4	-	-6.59	-5.10	-6.13
	Playa de Vera (Almería)	8.80	3.50	90	Abierta	1.4	-	-6.59	-5.10	-6.13
	Playa de Horcas Coloradas (Melilla)	7.50	2.70	51	Abierta	1.1	-	-5.63	-4.18	-4.73
ZONA III	Playa de Campello (Alicante)	4.40	2.70	90	Abierta	3.6	-	-5.56	-4.22	-4.73
	Playa de Chilches (Castellón)	10.70	2.50	128	Abierta	9.6	-	-5.15	-3.91	-4.38
	Playa de La Torre, Moncofa (Castellón)	10.00	2.50	112	Abierta	9.6	-	-5.15	-3.91	-4.38
	Playa de Peñíscola (Castellón)	4.10	2.50	104	Abierta	4	-	-5.15	-3.91	-4.38
	Playa de Masnou (Maresme)	10.30	3.00	151	Abierta	2.67	-	-5.98	-4.52	-5.25
	Playa de Pineda (Maresme)	13.00	3.00	154	Abierta	7.1	-	-5.98	-4.52	-5.25
	Playa de Malgrat (Maresme)	12.00	3.00	135	Abierta	7.1	-	-5.98	-4.52	-5.25
	Playa de Rosas (Gerona)	4.00	3.80	152	Encajada	1.87	-8	-7.88	-5.73	-6.65

Tabla 58. Detalle de la Tabla 57. Profundidad de cierre en las playas españolas. Fuente: CEDEX, 2012

	Playa	PdC	$H_{s,0.137}$	Normal a la playa
ZONA I	Playa de La Zurriola (Gipúzcoa)	15.75	5.00	327
	Playa de La Concha (Gipúzcoa)	6.25	5.00	333
	Playa de Deba (Gipúzcoa)	8.00 / 16.00	5.00	8
	Playa de La Arena (Muskiz)	15.34	5.00	334
	Playa de Salinas (Castrillón)	13.10	5.00	328
ZONA II	Playa de Santa Maria del Mar (Cádiz)	5.00	3.80	241
	Playa de las Gaviotas, Fuengirola (Málaga)	8.50	2.70	123
	Playa de Santa Amalia, Fuengirola (Málaga)	8.80	2.70	109
	Playa de San Andrés (Málaga)	5.60	2.70	117
	Playa de la Malagueta (Málaga)	5.60	2.70	156
	Playa de Mojacar (Almería)	8.30	3.50	88
	Playa de Vera (Almería)	8.80	3.50	90
	Playa de Horcas Coloradas (Melilla)	7.50	2.70	51
ZONA III	Playa de Campello (Alicante)	4.40	2.70	90
	Playa de Chilches (Castellón)	10.70	2.50	128
	Playa de La Torre, Moncofa (Castellón)	10.00	2.50	112
	Playa de Peñíscola (Castellón)	4.10	2.50	104
	Playa de Masnou (Maresme)	10.30	3.00	151
	Playa de Pineda (Maresme)	13.00	3.00	154
	Playa de Malgrat (Maresme)	12.00	3.00	135
	Playa de Rosas (Gerona)	4.00	3.80	152

A la vista de estos resultados parece razonable estimar la profundidad de cierre en torno a los 11.00 m, y la profundidad activa en torno a los 5.00 m.

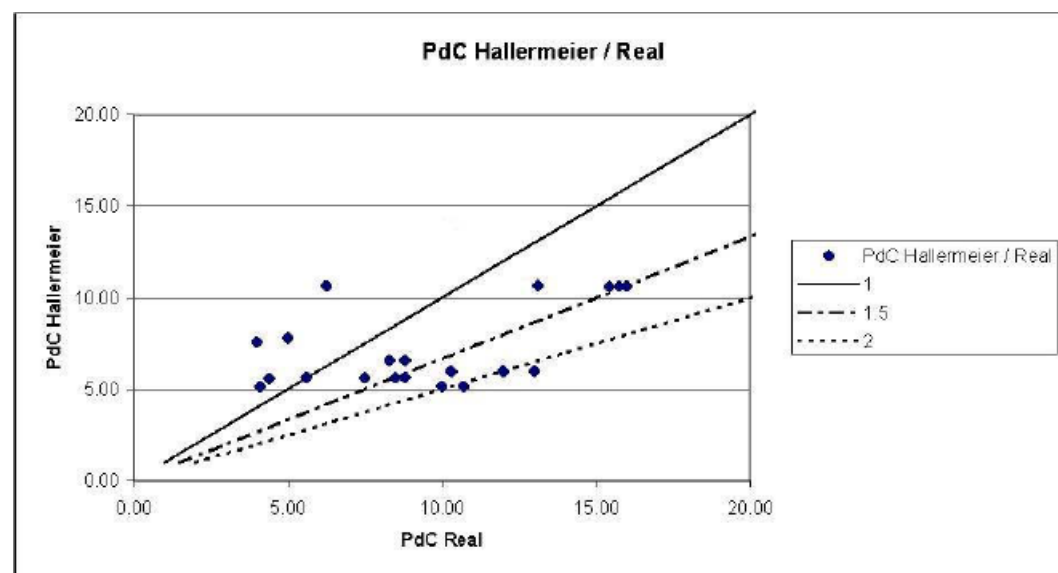


Figura 132. Comparación de resultados reales vs. Formulación empírica de Hallermeier, 1981. Fuente: CEDEX, 2012

5.11. RED HIDROGRÁFICA

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los cauces vertientes a la zona de actuación. Son la Riera d'Agell y la Riera de Cabrera. Ambos son cauces con pequeñas cuencas (1.25 km² y 2.67 km², respectivamente, (Figura 134. Cuencas vertientes a la zona de actuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), muy vegetadas y urbanizadas, por lo que los aportes sedimentarios a la dinámica litoral son prácticamente nulos. De hecho, no se encuentran vestigios de aporte en sus desembocaduras.



Figura 133. Caudes vertientes en la zona de actuación

El cauce más importante que vierte a la zona del Maresme es el río Tordera (Figura 135. Cuenca del río Tordera, 891.98 km²). En comparación, las pequeñas cuencas que vierten al Maresme (Figura 136. Comparación de la cuenca del río Tordera y de las pequeñas cuencas vertientes al Maresme **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), presentan una superficie conjunta de 330.91 km².

No obstante, la capacidad de aporte del río Tordera se ha visto reducida, debido a una cascada de efectos acumulados resultantes de múltiples actividades en varios sectores industriales y otras acciones que se llevaron a cabo sin ningún plan de acción global (Sagristà, R Sardà, & Serra, 2019).

Por otra parte, el único gran sumidero de material sedimentario en la zona es el cañón de Blanes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y a lo largo de la costa los puertos deportivos que interceptan el movimiento del material sedimentario.

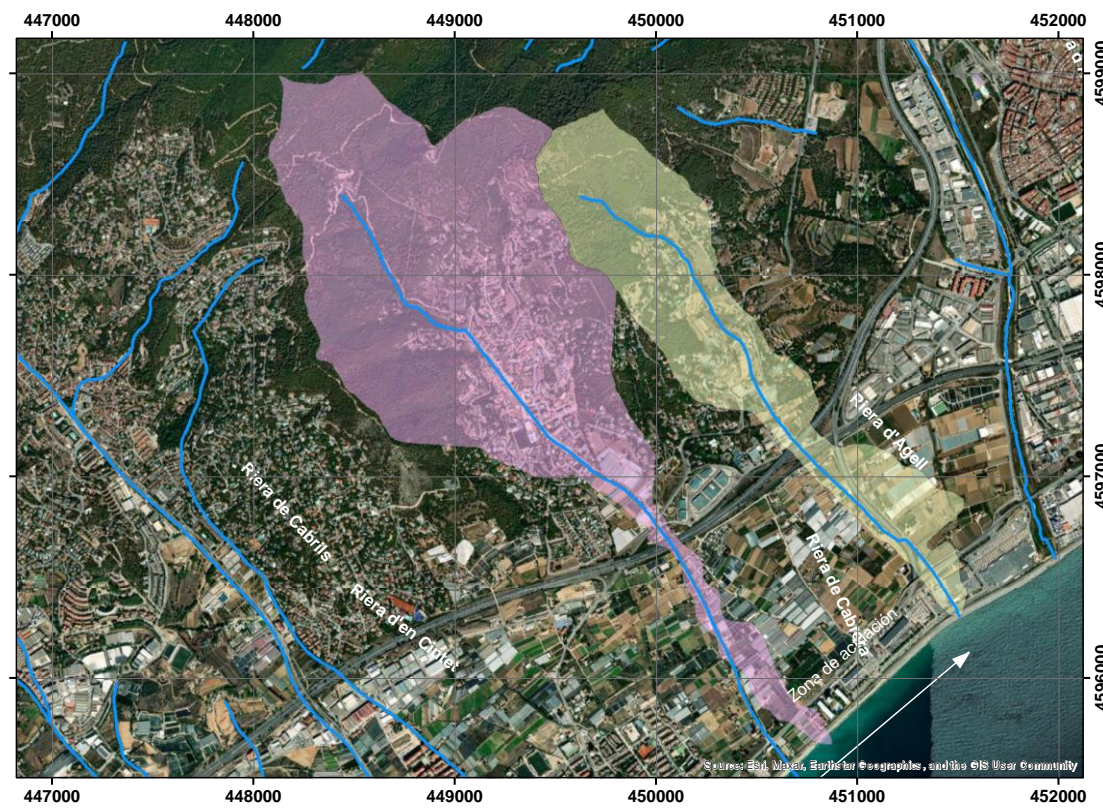


Figura 134. Cuencas vertientes a la zona de actuación

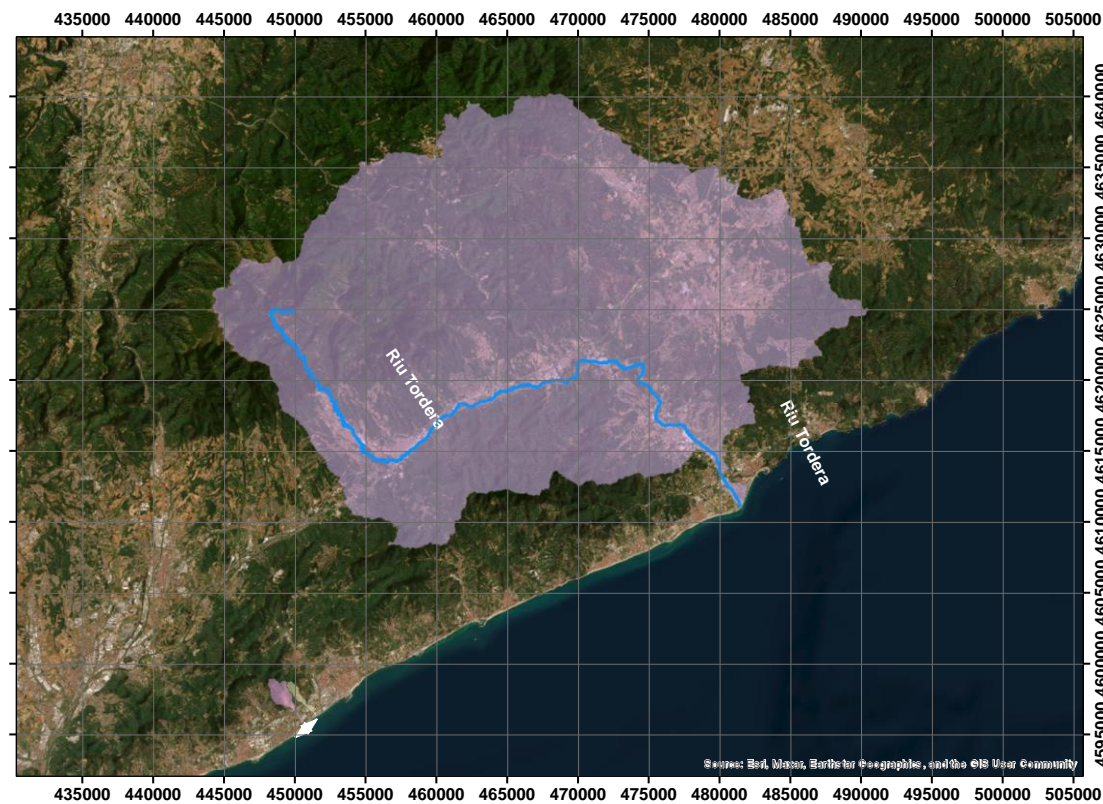


Figura 135. Cuenca del río Tordera

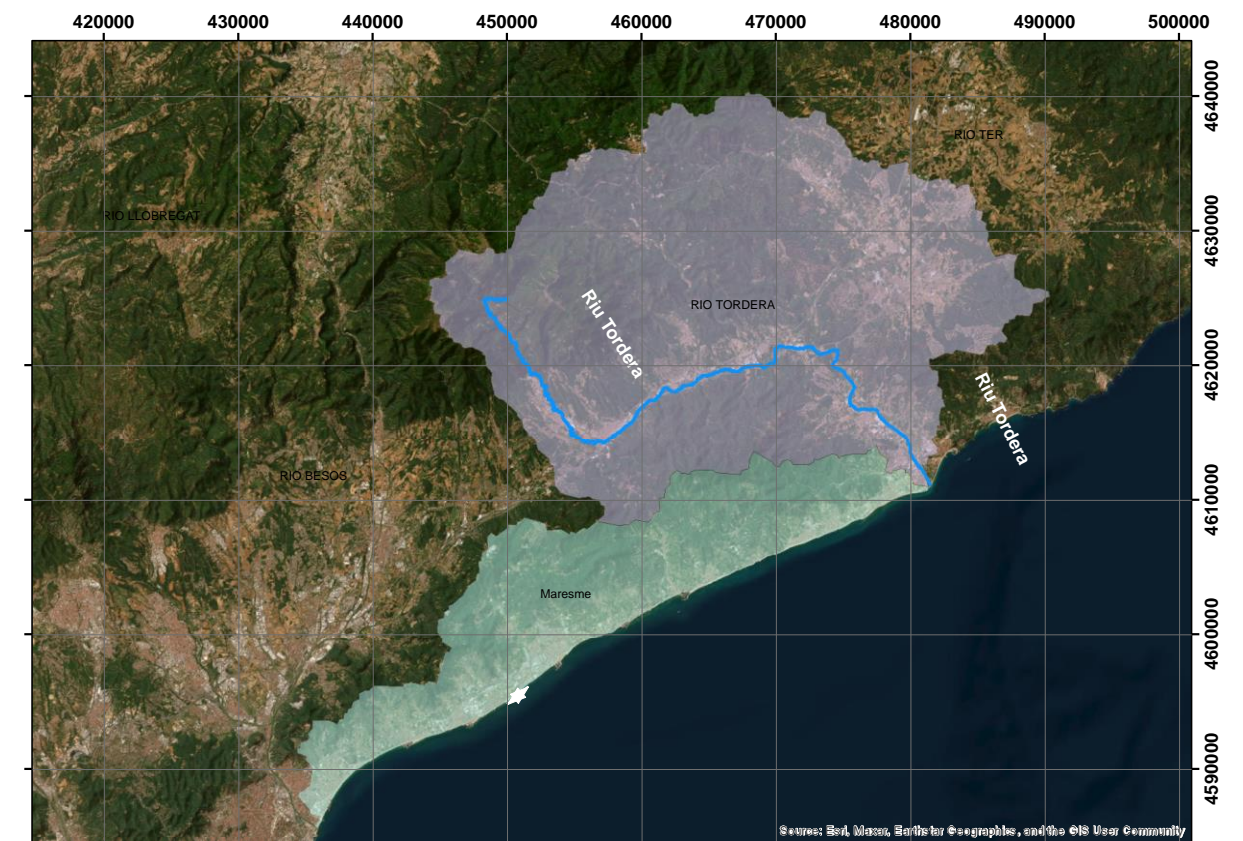


Figura 136. Comparación de la cuenca del río Tordera y de las pequeñas cuencas vertientes al Maresme

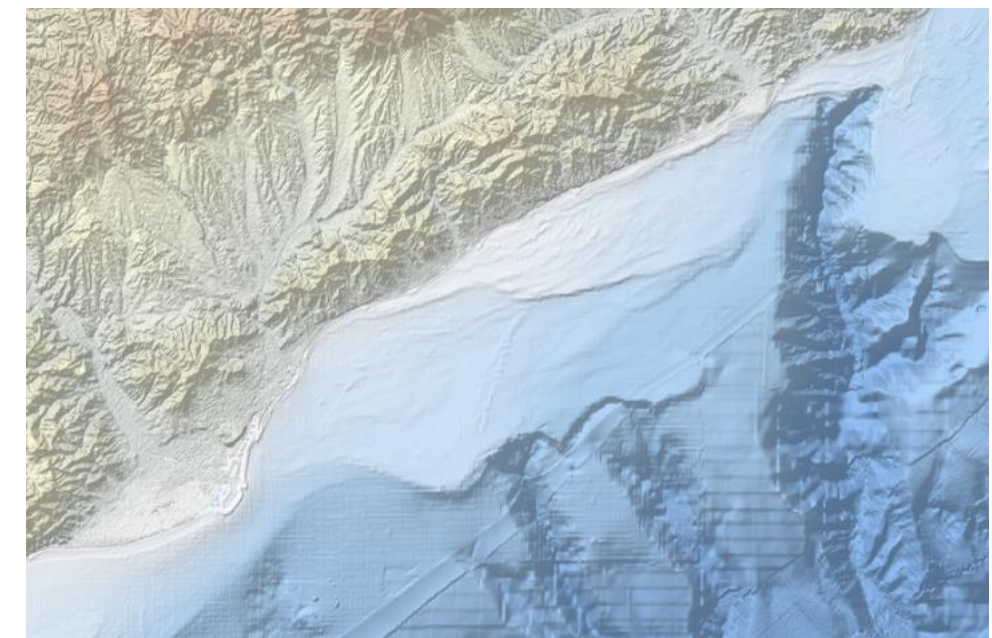


Figura 137. Cañón de Blanes

5.12. ESPACIOS PROTEGIDOS

Según la Ley 41/2010, de 29 diciembre, de protección del medio marino, todos los espacios protegidos situados en aguas bajo soberanía o jurisdicción españolas, representativos del patrimonio natural marino, e independientemente de que su declaración y gestión estén regulados por normas internacionales, comunitarias, estatales o autonómicas podrán quedar

integrados en la RAMPE. Así, el artículo 26 de la ley, en su apartado primero, enumera los espacios marinos protegidos de competencia estatal:

- Las Áreas Marinas Protegidas
- Las Zonas Especiales de Conservación y las Zonas de Especial Protección para las Aves, que conforman la Red Natura 2000.
- Otras categorías de espacios naturales protegidos, según establece el artículo 29 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre.
- Las áreas protegidas por instrumentos internacionales, sin perjuicio de que su declaración y gestión se ajustará a lo dispuesto en su correspondiente normativa internacional.
- Las Reservas Marinas reguladas en la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.

5.12.1. RED NATURA 2000.

En las proximidades únicamente se encuentra el ZEC "Costas del Maresme", pero sin afectar a la zona de actuación.

La ZEC Costes del Maresme (ES5110017) es un espacio marino con una superficie de 2906,36 Ha situado en la costa del Maresme frente a Mataró (ver Figura 107.-), que presenta un elevado interés de conservación ya que alberga una importante pradera de Posidonia Oceanica, fanerógama que genera los ecosistemas más importantes del Mediterráneo. Muchas especies encuentran los nutrientes necesarios para su supervivencia así como el hábitat adecuado entre los brotes de posidonia y sus rizomas, que llegan a constituir un enorme entramado recubierto de sedimentos donde se alojan multitud de individuos. Los hábitats de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) presentes en el espacio son el 1120. Algares de posidonia y el 1170. Fondos marinos rocosos y concreciones biogénicas sublitorales. La única especie de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) de presencia probable en el espacio es la 1.224 Caretta caretta.

Se muestra en la figura siguiente.

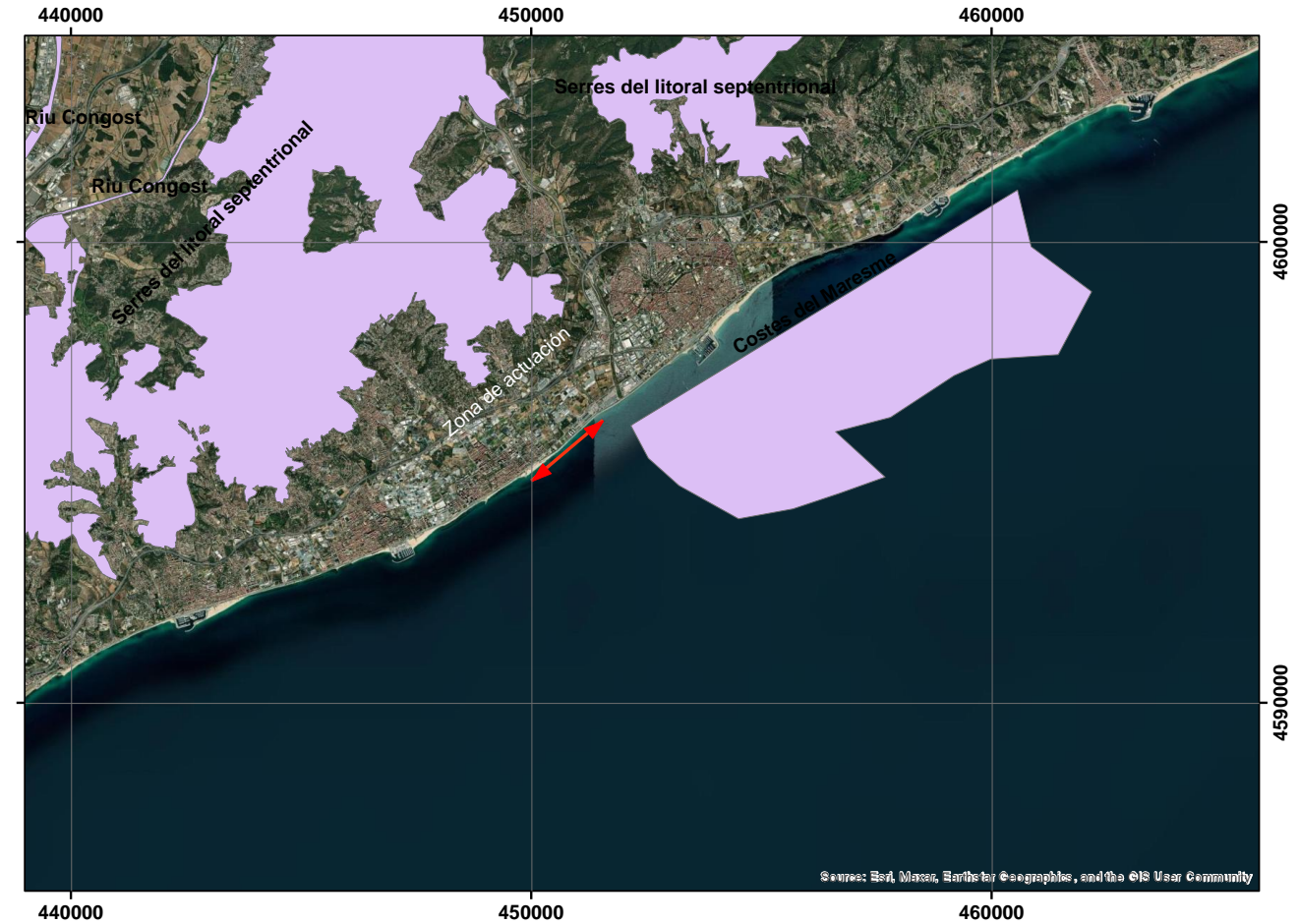


Figura 138. Red Natura 2000

El proyecto no afectará a esta ZEC.

Al norte, en se encuentra la ZEC Serres del litoral septentrional (ES510011). Se trata de un conjunto fisiográfico complejo con una superficie de 19.463,2 Ha integrado por varias unidades, de las cuales la más cercana a la zona de proyecto es La Conreria - Serra de Sant Mateu - muntanyes de Céllecs (ver Figura 108.-), con predominio de materiales graníticos y esquistosos. Se trata de un espacio característico del país del encinar litoral donde tienen gran importancia as pinedas litorales del pino piñonero; su fauna es la característica de los ambientes mediterráneos, sólo con algunas penetraciones extramediterráneas en los enclaves más húmedos.

El proyecto no afectará esta ZEC.

5.12.2. INTEGRACIÓN DE ESPACIOS EN LA RED DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS DE ESPAÑA (RAMPE)



Figura 139. Espacios protegidos por la RAMPE en la zona de estudio

En la zona de estudio del presente proyecto, no existe ningún espacio protegido por la RAMPE, que se vaya a ver afectado por la realización de las obras, ya que las zonas que tenemos en las cercanías de las mismas son:

- Espacio marino del Baix Llobregat-Garraf: catalogado como ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves), se encuentra a una distancia de más de 35 km del proyecto y por tanto no sufrirá ningún tipo de afección.



- Espacio marino de l'Empordà: también catalogado como ZEPA, se encuentra a una distancia de 75 km y por tanto, tampoco se ve afectado por las obras.



- Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo: catalogado como AMP (Área Marina Protegida) y como ZEMPIM (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo), se encuentra a una distancia de más de 45 km hacia mar adentro, tampoco se verá afectado por ninguna actuación del proyecto.



5.12.3. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS POR LEGISLACIÓN AUTONÓMICA.

La Legislación estatal (Ley 42/2007) prevé cinco figuras de protección (Parques, Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos), mientras que la legislación autonómica relativa a la conservación de la naturaleza incrementa las denominaciones elevando a la tipología de espacios naturales a más de 40.

En el caso de Cataluña, podemos encontrar hasta 285 espacios protegidos, entre los cuales, el más cercano a la zona de proyecto es el de "Costes del Maresme" considerado como Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) dentro de "Otros Espacios Naturales Protegidos". Este espacio se encuentra a más de 730 m de distancia de la zona de estudio, y por tanto, se considera que no se verá afectado por las obras.



5.13. CALIDAD DEL AGUA

La temperatura está sometida a un ciclo estacional, con una situación invernal de homotermia que afecta a toda la columna vertical de la masa de agua y una situación estival con gradientes en profundidad, además, de otras dos etapas intermedias de transición (primavera y otoño).

La presencia de una homogeneidad casi total de temperaturas en toda la masa de agua describe una situación típicamente invernal, con gradientes de temperatura entre la superficie y el fondo prácticamente iguales, que confirman la homotermia típica de épocas de frías. La presencia de una termoclina indica la existencia de estratificaciones en el seno de la columna de agua; ésta tiene una consecuencia directa sobre los flujos de materia y energía entre las aguas superficiales y las de fondo.

La propagación de la radiación lumínica en el océano se explica por las propiedades fisicoquímicas del agua de mar y por las características físicas de la luz, que a su vez tienen una gran importancia en los procesos biológicos que se suceden en el mar. Los factores fisicoquímicos que influyen sobre las propiedades de la luz son la transparencia (la cantidad de luz que se transmite en el agua del mar), la absorción (el grado de radiación retenida), y la turbidez (reducción de la claridad del agua por la presencia de materia suspendida).

La penetración de la luz se relaciona de forma directa con la transparencia del agua: a mayor transparencia, mayor es la cantidad de energía lumínica que penetra y mayor es la profundidad que ésta alcanza. A modo de referencia, se calcula que en aguas claras los cinco primeros metros absorben aproximadamente el 70% de energía lumínica incidente, mientras que en aguas turbias puede llegar al 90%. La intensidad límite para poder realizar la fotosíntesis es del 1% de la intensidad lumínica de la que se da en superficie, este límite constituiría la profundidad que alcanza la capa fótica.

Los parámetros que determinan la transparencia del agua son las materias en suspensión (MES) y la turbidez. MES y turbidez están relacionadas: generalmente a mayor MES, mayor turbidez. Pero también depende de la naturaleza física de las partículas en suspensión. Por ejemplo, partículas de arcilla, de forma aplanada, ocupan una mayor superficie y por tanto interceptan mayor cantidad de luz, aumentando la turbidez sin que aumente de forma significativa el peso y por tanto la MES.

El oxígeno disuelto en el agua de mar ocupa una posición central en relación a la mayoría de los procesos biológicos, ya que se consume en la respiración aerobia y se produce como consecuencia de la hidrólisis de la molécula de agua durante la fotosíntesis. Los principales factores que condicionan el balance de oxígeno son los siguientes: temperatura, intercambio

entre las masas de agua y la atmósfera, mezcla turbulenta de las capas de agua, procesos fotosintéticos (eutrofia), respiración y otros procesos químicos y biológicos, contaminación orgánica.

La cantidad de oxígeno disuelto y la saturación de oxígeno y su distribución en una masa de agua variará en función de la interacción entre estos factores y las alteraciones producidas por factores internos o externos al sistema que modifican el equilibrio dinámico entre dichos factores. Su concentración en una situación determinada, al margen de las variaciones de carácter estacional, representa siempre un magnífico indicador de la 'salud ecológica del sistema' que puede medirse en términos de concentración de saturación. Los niveles esperados en las aguas son normales, con valores de saturación de oxígeno próximos al 100%.

Por norma general, las concentraciones de los nutrientes en agua de mar suelen ser muy bajas en toda la columna de agua y ligeramente superiores en los niveles más profundos. No obstante, esta situación se invierte a finales de invierno alcanzándose los valores máximos en la capa superficial, esta situación conduce a una mayor biomasa de producción primaria durante la primavera.

El rango de concentraciones habituales encontradas para los nitratos se sitúa entre 0,6-1,2 mg/l, los nitritos se encuentran por debajo de 0,1 mg/l y los fosfatos entre 0,15-0,2 mg/l. Se ha de tener en cuenta además que estos valores están sujetos a pequeñas variaciones debido a la época del año y a los ciclos de producción fitoplanctónica. Los resultados de las muestras analizadas se encuentran por debajo del rango mencionado, a excepción de los nitritos que alcanzaron valores superiores, pero no suponen en ningún caso riesgo de peligro o contaminación alguno. En cuanto al amonio los valores obtenidos entran dentro de la normalidad esperada para la zona, profundidad y época del año.

Por otro lado, los ríos aportan al mar gran cantidad de silicatos derivados de la meteorización de las rocas por acción combinada del agua de mar y el CO2 atmosférico. La concentración de silicatos en el agua de mar en su estrato superficial es generalmente baja mientras que aumenta con la profundidad llegándose a alcanzar valores en torno a 1-5 mg/l. La bibliografía indica que a partir de una concentración de 1 mg/l, la concentración de silicatos deja de ser limitante para el crecimiento de la mayoría de las diatomeas, aunque este valor puede variar en función de la especie estudiada.

Los valores de fluorescencia miden la cantidad de pigmentos fotosintéticos (clorofila) presentes en el agua y por tanto la cantidad de algas presentes en la columna de agua, directamente proporcional con la producción fotosintética. Se espera un rango de valores de 0,5-2 µg/l, propios de aguas litorales son normales para la época del año.

La presencia de metales pesados en el agua marina tiene diferentes orígenes, los principales son los aportes continentales (ríos) tras la lixiviación natural de los minerales, el transporte atmosférico, la difusión desde los sedimentos, la actividad hidrotermal y fuentes antropogénicas. De todas las fuentes enunciadas, la principal y más relevante en un ámbito costero como el estudiado es la antropogénica.

La concentración de metales pesados es un indicador de contaminación industrial, puesto que son compuestos muy utilizados en gran cantidad de procesos, así como componentes mayoritarios de subproductos resultado de esos mismos procesos que tienen lugar dentro de las actividades portuarias.

Los principales problemas, en lo que a metales pesados se refiere, es la biomagnificación de estas sustancias a lo largo de la red trófica marina. Esta bioacumulación afecta sobre todo a los niveles superiores y, por lo tanto, altera de forma importante el normal funcionamiento del ecosistema.

No obstante, las condiciones oxidantes del medio marino (que hace que precipiten en forma de carbonatos y sulfatos), la capacidad complejante de los compuestos (sobre todo orgánicos) que existen en disolución y también la posibilidad que tienen estas especies por adsorberse sobre el material particulado inorgánico (principalmente arcillas) hace que su concentración en la columna de agua sea siempre muy baja. En cambio, los metales pesados se acumulan en el sedimento a consecuencia de los procesos de precipitación descritos. De forma general la concentración de metales pesados es superior en los sedimentos que en la columna de agua. Concentraciones elevadas en el medio acuático permiten inferir altas concentraciones en el sedimento.

Es evidente que cualquier obra de dragado implica una resuspensión de materiales finos que implica necesariamente la alteración de la calidad del agua, de manera transitoria y con una intensidad que depende del volumen de finos movilizados. En este caso, la valoración del impacto se realiza teniendo en cuenta los valores de referencia propuestos en otros PVA del litoral de Barcelona (Demarcación de Costas en Cataluña, 2005), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 59. Evaluación de los parámetros de control en el PVA de la Demarcación de Costas en Cataluña 2005.

VARIABLE	COMENTARIO	VALORES DE REFERENCIA INVIERNO
Penetración de la luz	Medida a través del disco de Secchi. Está afectada por las condiciones concretas en el momento de la lectura.	> 6 m
Turbidez	Medida nefelométrica de la turbidez del agua. Las alteraciones se producen por unidades de obras que suponen movilización de finos (dragado, vertidos escollera, relleno cajones, etc).	< 5 NTU (superficie)
Materias en suspensión (MES)	Concentración total de material retenido en un filtro de fibra de vidrio y que incluye tanto fracción orgánica como inorgánica. Tiene el mismo comportamiento que la turbidez pero la concentración de MES puede verse sensiblemente afectada por causas ajenas a las obras, como episodios de lluvias intensas.	< 10 mg/l (superficie)
Oxígeno disuelto	Este gas forma parte de los principales procesos del sistema (respiración y fotosíntesis). Su concentración en un momento dado informa del "stress" del sistema debido generalmente a un exceso de materia orgánica aunque se ha demostrado que determinadas causas ajenas a las obras (como "mareas rojas") pueden alterar al balance de oxígeno disuelto.	Valor saturación en superficie: >80% Sin gradientes significativos a lo largo de la columna de agua
Metales pesados	La concentración de estos compuestos en el agua es muy baja y proceden de la liberación a partir de los sedimentos. Sólo en la fase de dragado puede producirse una resuspensión de finos acompañada de un aumento transitorio de la presencia de determinados metales en la columna de agua.	Metales más tóxicos (Cd, Hg) < 1,0 ppb Otros metales (Cu, Pb, Cr) < 10 ppb Metales mayoritarios (Zn, V) < 1,0 ppm

5.14. PAISAJE

Según el Convenio Europeo del Paisaje, paisaje es “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos” . Entre las medidas específicas de dicho Convenio (incluidas en su capítulo 6) figura “calificar los paisajes así definidos, teniendo en cuenta los valores particulares que les atribuyen las Partes y la población interesadas” .

De acuerdo con el “Catálogo del paisaje de la Región Metropolitana de Barcelona” editado por el Observatori del Paisatge de la Generalitat de Catalunya la zona de actuación se encuentra en la unidad de paisaje denominada “Baix Maresme”.

En el entorno de la zona de actuación destacan las siguientes:

- Playa (catalogada como “Valor social”)
- Sistema de espacios libres (catalogada como “Valor social”)
- Tierra agrícola (catalogada como “valor estético”).
- Mar (catalogada como “Valor estético”)

En dicho documento como objetivo de calidad paisajística se incluye “una fachada marítima y unos asentamientos interiores que mantengan la identidad paisajística, ordenados, que mantengan sus valores y los valores de los espacios circundantes, y con unos accesos a los núcleos de calidad”.

En cuanto a las propuestas de criterios y acciones dirigidas prioritariamente a la ordenación se incluye “velar por la correcta ordenación de los frentes marítimos, para adaptarlos a las especificidades geomorfológicas, de patrimonio y de edificación del lugar. Se consideran zonas prioritarias de actuación las franjas costeras con continuos urbanos del Masnou - Premià de Mar - Vilassar de Mar - Mataró y entre Caldes d'Estrac y las urbanizaciones del municipio de Sant Andreu de Llavaneres”.

En cualquier caso, conviene destacar que las zonas de actuación se encuentran fuertemente antropizadas, tal como puede apreciarse en el plano de usos del suelo siguiente, al estar en parte rodeada de edificios y del paseo marítimo.

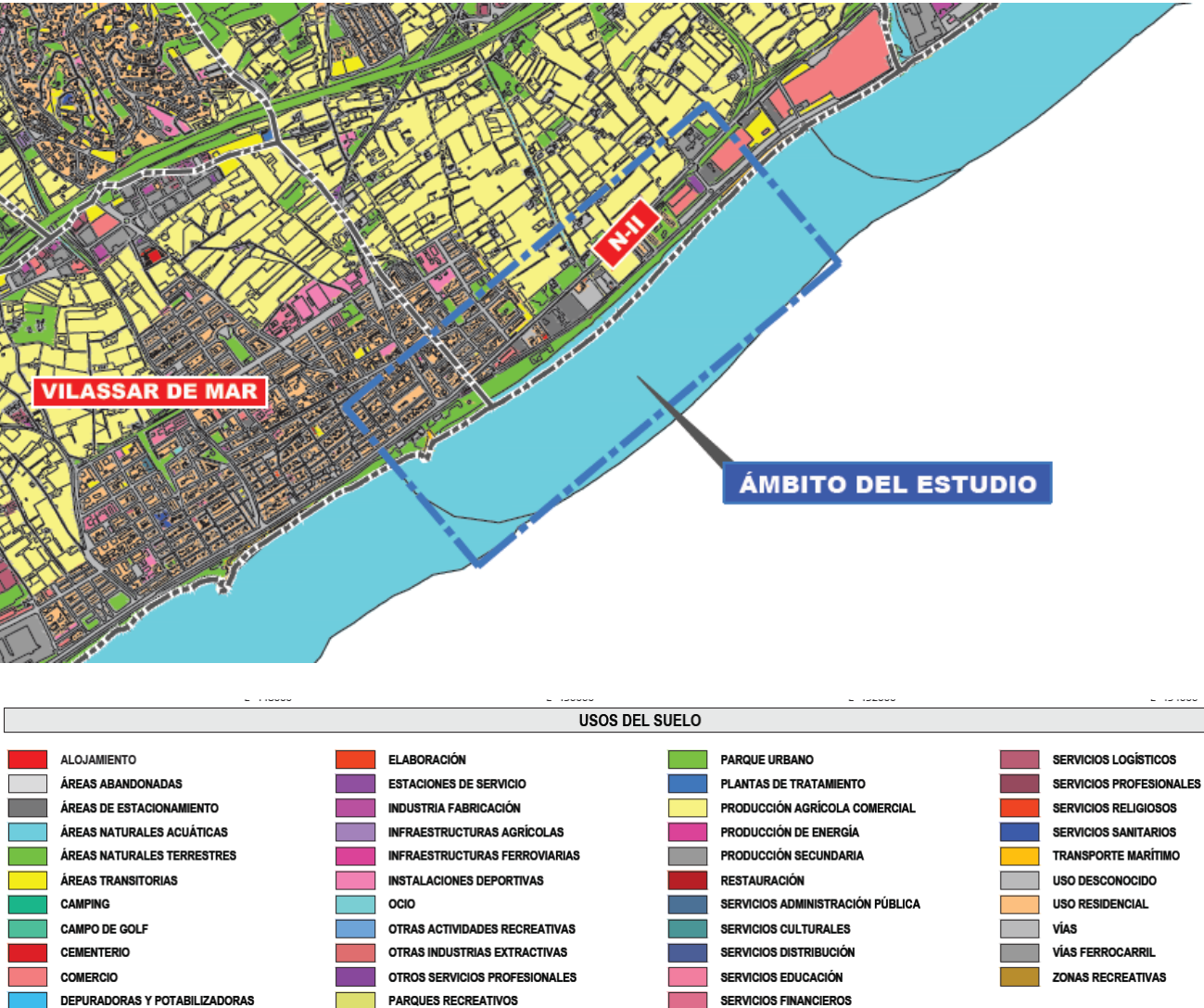


Figura 140. Plano de usos del suelo. Fuente: Generalitat de Catalunya



Figura 141. Playa y paseo marítimo de Cabrera de Mar

La costa del término municipal de Cabrera de Mar tiene una longitud de 2,3 kilómetros. El litoral se inicia en la riera de Argentona: los primeros quinientos metros, tras la riera hacia el sur, están formados por escollera longitudinal sin pie de playa. A continuación, tras un cambio de orientación de la costa, continúa la escollera cuatrocientos cincuenta metros más, pero esta vez con pie de playa, iniciándose la playa de Cabrera de Mar, que enlaza con la de Vilassar y se apoya en el espigón del Club Náutico de dicho término municipal. Desde el año 1995 al 2002 se produce un retroceso generalizado de hasta cuarenta metros en la playa de Cabrera de Mar, estabilizándose a partir de ese año, cuando desaparece la playa seca y la línea de costa llega prácticamente a la escollera del paseo marítimo.



Figura 142. Paseo marítimo de Cabrera de Mar



Figura 143. Efectos de la erosión en accesos a la playa de Cabrera de Mar

A la hora de abordar un estudio de paisaje deben considerarse tres vertientes principales; en primer lugar, la calidad del escenario existente antes de la actuación en sí, que derivará de un estudio descriptivo del entorno, en este sentido, según el grado de artificialización puede distinguirse entre un paisaje natural, semi-natural o semi-antrópico o transformado o antrópico. En segundo lugar, debe considerarse el estudio de la fragilidad paisajística, asociada precisamente con su calidad, y finalmente la existencia de potenciales observadores, considerando la distancia que hay desde cada uno o conjunto de ellos a la zona de actuación.

A continuación, se estudian cada uno de estos parámetros.

5.14.1. CALIDAD PAISAJÍSTICA

Para determinar la calidad paisajística actual se divide el territorio en estudio en Unidades Visuales Irregulares. Así, pueden distinguirse las siguientes unidades principales en el entorno de la zona: UVI1: Urbano, UVI2: Playa y UVI3: Lámina de agua.

Para determinar la calidad paisajística actual se divide el territorio en estudio en Unidades Visuales Irregulares. Así, pueden distinguirse las siguientes unidades principales en el entorno de la zona: UVI1: Urbano, UVI2: Playa y UVI3: Lámina de agua.

UVI1: Urbano:

Abarca la urbanización en primera línea de playa, donde se concentra la mayor parte de la población cercana a la zona de actuación. Se caracteriza por su horizontalidad, homogeneidad y conformación por elementos antrópicos dispuestos de forma intencionada y ordenada en el territorio. La matriz de la unidad la constituyen en sí los componentes urbanos, donde los elementos principales son hormigón cemento y ladrillo, y árboles ornamentales también dispuestas con un objetivo en el territorio, (para darle armonía).

En general, se trata de una unidad de paisaje transformada, de escasa calidad visual y carácter totalmente antrópico. Los colores predominantes son los rojos y blancos de los edificios de las dos urbanizaciones existentes, además del verde de los árboles ornamentales del paseo. Los propios componentes pueden suponer obstáculos a las visuales a otros paisajes que se sitúen alrededor.

El aspecto actual de la UVI1 es el siguiente:



Figura 144. Vista de la zona urbana (UVI 1)

UVI2: Playa:

Se considera en esta unidad la playa de Cabrera de Mar. La UVI 2 queda restringida a una banda del litoral, en contacto directo con el mar, suponiendo el ambiente anfibio que actúa de arco entre dos medios muy dispares (el marino y el terrestre) y compartiendo características de ambos.

La topografía de la UVI2 es suave. Está constituida por materiales detríticos sueltos de distintos tamaños, formando un medio inestable, que se percibe como un paisaje cambiante, habitualmente emergido, al menos en parte, pero cubierto por el mar intermitentemente. Así, la matriz está constituida por el material que conforma la explanada de las playas, de origen natural.

Se trata de un paisaje seminatural, si bien en la evolución hasta el escenario actual ha intervenido claramente la mano del hombre. No obstante, puede otorgarse una calidad ambiental media, más por cuanto constituye un recurso muy apreciado por la población, sobre todo, en la época de verano.

La fragilidad de esta unidad es media-alta por la presión de usos a la que se encuentra sometida. Su aspecto actual es el siguiente:



Figura 145. Vista de la zona de playa (UVI 2)

UVI3: Lámina de agua:

En relación a la lámina de agua, ésta presenta una componente importante de horizontalidad. Es elemento predominante desde la sección analizada y la que recibirá un impacto visual directo. Los colores predominantes son los azulados y verdosos. Se trata de una unidad continua que no está interrumpida por corredores o manchas.

El usuario suele otorgar al agua un valor estético elevado y una fragilidad media-alta.



Figura 146. Vista de la lámina de agua (UVI 3)

Una vez caracterizadas las diferentes *Unidades Visuales Irregulares* (UVI's), se propone un análisis paisajístico con el fin de poder establecer las medidas correctoras y protectoras necesarias para que el impacto sea el menor posible. Así, la heterogeneidad estructural del entorno receptor hace que el paisaje pueda dividirse en tres categorías bien diferenciadas:

1. Paisaje antrópico: hace referencia a la UVI1 y en ella se incluye el paseo y las casas que limitan con el paseo marítimo. Se caracteriza por una formación con líneas y elementos bien definidos, todos antrópicos, conectados entre sí, y dispuestos en el territorio con una función determinada. Los elementos predominantes son los constructivos y los colores los rojos y blancos de las casas y el verde los jardines. Se trata de un paisaje constante en el tiempo y cuyo origen no puede explicarse sin una intervención humana de alto grado.
2. Paisaje seminatural: constituido por la UVI2, concretamente la playa de Cabrera de Mar. Su interés, desde el punto de vista del vector analizado, es mayor que el de uno antrópico. Suele tratarse de un terreno horizontal conformado por materiales de distinto tamaño de grano y tonalidad constante a lo largo del año. No suele aportar gran variedad cromática a la escena, aunque pueden estar limitadas de las unidades circundantes por vegetación asociada a ambientes áridos, o bien dispuesta con este objetivo en la zona. Queda relegada a una franja marítima, nexo de unión entre el ambiente costero y el terrestre.
3. Paisaje natural: constituido por la UVI3, concretamente la zona marítima anexa a las playas. Su interés, desde el punto de vista del vector analizado, es mayor que el de uno seminatural o antrópico. Suele tratarse

de una unidad que presenta una componente importante de horizontalidad. No suele aportar gran variedad cromática a la escena. Queda relegada a una franja marítima, anexa a la zona terrestre. Precisamente el elemento principal viene dado por la masa de agua. En la zona de actuación es el escenario predominante.

5.14.2. ASPECTOS SIGNIFICATIVOS Y CONCLUSIONES

El paisaje en el que se incluye parte de la actuación se define como natural y seminatural (lámina de agua y playas), siendo el elemento primordial la propia masa de agua (el mar mediterráneo). Se otorga a este escenario una calidad visual media y, por tanto, una fragilidad media frente a actuaciones.

El paisaje en el que se incluye la zona urbana (urbanización), se define como antrópico. Su configuración actual es el resultado de un intenso manejo por parte del hombre, de modo que los elementos que lo configuran no se disponen de forma arbitraria en el territorio, sino con una intención de máximo aprovechamiento y uso. La fragilidad de este escenario ante nuevas actuaciones es baja, más por cuanto los potenciales observadores están habituados a este entorno transformado en parte que acogerá las obras. El elemento dominante en este paisaje son las edificaciones, en un horizonte plano y poco cambiante.

5.15. MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.15.1. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL.

Cabrera de Mar es un municipio de la comarca de El Maresme situado en un pequeño valle abierto al litoral, entre las localidades de Vilassar de Mar y Mataró. Combina montaña y mar con una gran riqueza arqueológica en el poblado íbero, al pie del castillo de Burriac y en varios yacimientos romanos en el núcleo urbano.

Situado a unos 28 kilómetros de Barcelona, y a 104 metros sobre el nivel del mar, el centro del municipio se encuentra a 2.5 kilómetros de distancia del mar, en un pequeño valle entre dos montañas: Burriac y Montcabrer.

El área más cercana al mar presenta un perfil plano. La línea de costa está formada por una playa de arena dorada y fina de 1.200 metros de longitud por una anchura variable entre 10 y 40 metros. Por su parte, el interior presenta un relieve muy accidentado por la presencia de la sierra de Sant Mateu, parte de la Cordillera Litoral.

Tradicionalmente, la base de la economía ha sido la agricultura, con predominio de los productos hortícolas.

En el sector más montañoso del término hay una extensión forestal donde predominan los bosques de pinos. A partir de la década de 1960, los campos de cultivo (donde continúan predominando los cultivos de huerta y de plantas ornamentales y flores, principalmente claveles, con la utilización de invernaderos) han mermado en beneficio de la industria y del turismo.

La industria adquirió un desarrollo importante desde el principio del siglo XX gracias a la proximidad con Mataró. En la zona industrial, que se extiende en buena parte a los dos lados del camino del Mig, hacia Mataró, hay instaladas numerosas empresas, tanto pequeñas como medianas, muy diversificadas: textil (que abarca más de la mitad de la actividad industrial local con varias empresas de género de punto, acabados textiles, blanqueo, tintes, estampados...), cartón, derivados del plástico, electrodomésticos, artes gráficas, metalúrgicas, cemento,

la actividad industrial local con varias empresas de género de punto, acabados textiles, blanqueo, tintes, estampados...), cartón, derivados del plástico, electrodomésticos, artes gráficas, metalúrgicas, cemento, empresas de transporte, de agua mineral, etc. En cuanto a la oferta turística de Cabrera, que tiene 1.200 metros de playa, dispone de plazas hoteleras y de un albergue juvenil situado en la Torre Ametller.

Gentilicio: Cabrerenc, cabrerenca

Km2 cuadrados: 9.05 Km

Altitud: 104 m

Coordenadas: 41° 31' 39" N, 2 ° 23' 44" E

Los principales núcleos de población se concentran en el centro del pueblo y en el Pla de L'Avellà, pero existen otros destacables como:

Vecindario de Agell: Masías dispersas y tierras de cultivo.

Urbanizaciones a orillas del mar: Costamar, Bonamar y la Franja.

Tabla 60. Estadísticas de Cabrera de Mar desde idescat.

Cabrera de Mar	
Població 2023	4.948
Homes 2023	2.482
Dones 2023	2.466
Densitat 2023	551,0
Població amb nacionalitat espanyola 2023	4.573
Població amb nacionalitat estrangera 2023	375
Superfície 2023	8,98
Altitud 2013	104
Longitud 2013	2,395558
Latitud 2013	41,526783

Giny facilitat per idescat

5.15.2. ACTIVIDAD PESQUERA

Los puertos pesqueros más próximos a la zona de proyecto son los de Badalona (situado a unos 10 km al sur) y el de Arenys (a unos 21 km al norte).

En las siguientes tablas se muestran las capturas a lo largo de 2016 comercializadas en las lonjas de ambos puertos. Puede comprobarse que el volumen de capturas en el puerto de Arenys es muchísimo mayor que en el de Badalona.

La zona de proyecto se sitúa en las denominadas aguas interiores, en las cuales la competencia sobre pesca corresponde a la Generalitat de Catalunya.

Tabla 61. Capturas en la Lonja de Arenys durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Especie	Captura (kg)	Especie	Captura (kg)
Agulla prima	1	Llisses nep	3.587
Alatxa	6.453	Llobarro	164
Aranya blanca	2.997	Llorito	733
Aranya de cap negre	3.620	Lluç	31.331
Bacora	274	Lluerna rossa	3.643
Bàcoreta	1.393	Mabre	663
Besuc	14.567	Maire	8.621
Besuc de la piga	143	Melva	350
Bis	69.175	Mero	81
Boga	1.886	Moixina	412
Bonítol	52.267	Moll de fang	30.319
Bròtola de fang	14.384	Moll de roca	18.528
Bròtola de roca	50	Morena	396
Bruixes	4.723	Morruda	608
Cabrot	187	Negret	85
Calamar	14.942	Oblada	341
Calamarcets	88	Orada	11.483
Canana	10.233	Pagell	27.110
Càntera	2.438	Pagre	1.744
Capellà	6.224	Palaia	1.367
Cap-roig	2.135	Palometa blanca	249
Cargol de punxes	4	Palomida	287
Castanyola	5	Peix de plata	131
Círvia	2.524	Penegal	4.144
Claus	10.436	Pessic	231
Congre	5.437	Pop blanc	14.866
Corball de roca	233	Pop mesquer	10
Cranc de sopa	2.311	Pop roquer	17.359
Déntol	2.885	Rajades nep	17.119
Diversos cartilaginosos	24	Rap	18.847
Diversos osteictis	383	Rap vermell	2.379
Donzella	2	Rata	6.161
Dot	15	Rèmol empexinat	95
Emperador	11.458	Rom	587
Escamarià	9.626	Sabre	36
Escolà	15	Salpa	11.409
Escòrpores /captinyós/ rufins	1.264	Sardina	640.810
Espardenya	90	Sarg	4.628
Esparrall	308	Sarg imperial	335
Espet	2.752	Seitó	885.988
Galera	27	Sepions	2.491
Gall	895	Serrans nep	1.210
Gamba blanca	14.603	Sípia	17.735
Gamba panxuda	374	Sonso	49.169
Gamba rosada	44.428	Sorell fumet	2
Gambetes	3.397	Sorells	38.767
Gat	2.487	Tacó	2.405
Llagosta	222	Tallahams	624
Llagostí	217	Tonyina	17.100
Llamàntol	133	Variada	12.735
Llampuga	423	Verat	859
Llavió	268	Veta	4.388
Llenguado	2.334	Xinxà	6
Llenguado nassut	186	Xucles/gerrets	364
Llenguado portugués	42	Xúia	10
		TOTAL GENERAL	2.243.089

Tabla 62. Capturas en la Lonja de Badalona durante 2016 (Fuente: Generalitat de Catalunya)

Especie	Captura (kg)	Especie	Captura (kg)
Aranya blanca	12	Lluç	1.973
Besuc	29	Lluerna rossa	49
Besuc de la piga	435	Mabre	114
Bis	55	Melva	75
Bonítol	594	Mero	25
Bròtola de fang	47	Moll de fang	701
Calamar	4	Orada	214
Canana Vera	8	Pagell	616
Capellà	52	Palaia	657
Castanyola	5	Peluda pigallada	73
Círvia	35	Pop blanc	2
Congre	95	Pop roquer	161
Corball fosc	14	Rajades nep	225
Diversos osteictis	977	Raps nep	2.319
Escòrpora allargada	162	Rata	305
Gall	16	Rèmol empexinat	46
Garota	1	Sarg	88
Llagosta	37	Sípia	696
Llagostí	26	Sonso	170
Llamàntol	22	Sorells	259
Llenguado	340	Tallahams	5
Llobarro	20	Verat	195
		TOTAL GENERAL	11.955

5.15.3. INFRAESTRUCTURAS

Las dos únicas vías existentes son la antigua carretera N-II entre los PK 642 y 644 que es paralela a la línea de costa y la carretera B-502 que va desde la N-II hacia el norte y conecta con conecta con Argenton.

5.15.4. PLAN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA MUNICIPAL DE CABRERA DE MAR

El Plan de Ordenación Urbanística Municipal (POUM) de Cabrera de Mar es el instrumento cartográfico de planeamiento urbanístico del municipio que dirige el desarrollo del territorio municipal. El conjunto de información geográfica del POUM de Cabrera de Mar está formado por dos bloques de múltiples archivos de cartografía cada uno: Planos de información y Planos de ordenación. Los principales ámbitos de planeamiento del municipio definidos por los planos del POUM son: Estructura general y orgánica, Clasificación del suelo, Zonificación del suelo urbano y urbanizable, Regulación de la edificación y Regulación del suelo no urbanizable.

El mapa urbanístico de Cataluña es una herramienta estratégica para llevar a cabo las políticas de planificación y ordenación del territorio y un instrumento de utilidad para la ciudadanía que da transparencia a la información urbanística vigente. Incorpora todos los expedientes de planeamiento general vigentes a 1 de enero de 2023 en el territorio de Cataluña, y los vigentes a 1 de julio de 2022 en el ámbito metropolitano de Barcelona. El departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalidad de Cataluña ha realizado un visor que unifica estos planes urbanísticos. Podemos consultar el mapa urbanístico de Cabrera de Mar en la siguiente dirección:

<http://ptop.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do?municipi=08029>

La zona de actuación se desarrolla sobre la playa de Cabrera de Mar, la cual tiene unos 136.227 m². El suelo está clasificado de tipo no urbanizable en el Catastro. La siguiente imagen muestra la información de la Playa de Cabrera de Mar. Se observa el perímetro de la superficie de la playa y cómo en su parte oriental está ocupada por el mar.

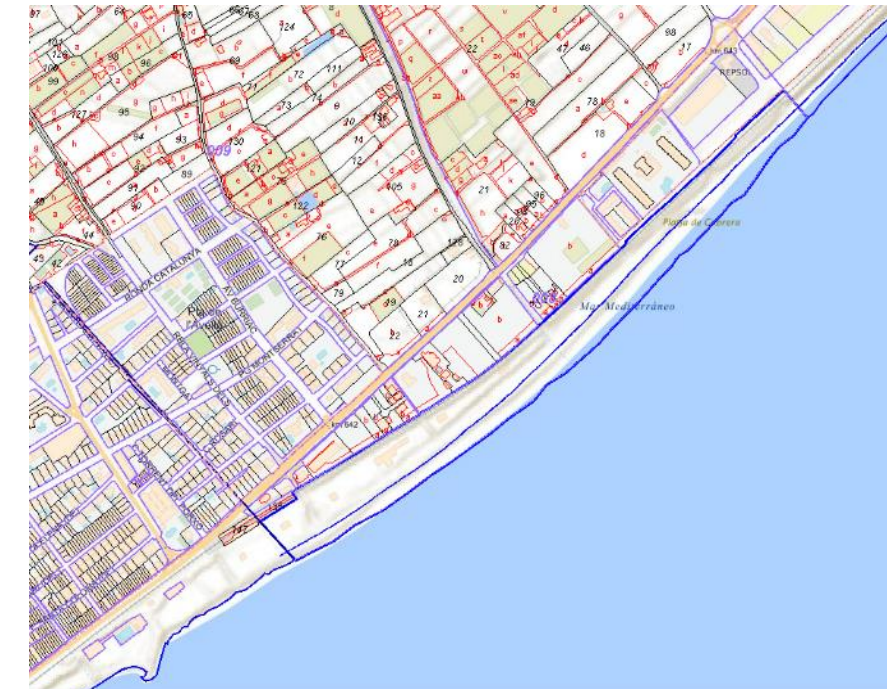


Figura 149. Zona de actuación de Catastro

Página 79



Informació Urbanística

Coordenades UTM: 450307,7 - 4595275,3

Municipi 08029 Cabrera de Mar

Classificació

Codi Ajuntament SNU Sòl no urbanitzable
Codi MUC SNU Sòl no urbanitzable

Qualificació

Codi Ajuntament M Marítim
Codi MUC SC Sistemes, Costaner

Planejament territorial

Pla territorial metropolità de Barcelona

Planejament general

Expedient	Tipus
2010/41406/B	Pla territorial general
2018/67068/C	Pla director urbanístic
2009/35812/B	Pla d'ordenació urbanística municipal

Planejament derivat

Expedient	Tipus
2023/79609/B	Pla especial urbanístic

Cadastre

Referència Cadastral: 08029A00809003
Polígono 8 Parcela 9003 CARR. NII DE MADRID A LA JONQU. CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Figura 150. Información Urbanística Playa de Cabrera de Mar

5.16. MEDIO CULTURAL

Los elementos de interés patrimonial presentes en la zona parecen vincularse con los asentamientos costeros presentes en la zona, vinculados a su vez a las rieras que facilitan un limitado acceso al continente y mejores condiciones de embarque y desembarco de personas y mercancías o pesca, además de ser lugares prioritarios para el asentamiento humano pues facilitan el acceso al agua, necesario tanto para consumo como para procesos industriales en las villae romanas documentadas. Es por ello por lo que en cualquier estudio sea necesario no sólo conocer los elementos presentes y ya detectados bajo las aguas si no aquellas otras zonas prometedoras a la hora de conservar este patrimonio, las cuales indubitavelmente se vincularán a la presencia humana en asentamientos costeros, algunos de los cuales, si no todos se ponen de manifiesto mediante el estudio arqueológico de la zona.

5.16.1. ELEMENTOS CATALOGADOS EN EL PGOU DE CABRERA DE MAR

Según el PGOU de Cabrera de Mar en el ámbito de estudio se encuentra el Yacimiento arqueológico nº90 denominado "PROP DE LA RIERA DE CABRERA" que no se verá afectado por la actuación.



YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS			
		PROTECCIÓN CLASIF.	
A	51	NECRÓPOLIS DE VILASSAR DE MAR	-
	52	VINYES, LES	-
	53	SOBRE CAN DALMAU	-
	54	COSTAT OPOSAT AL CEMENTIRI	-
	55	TURÓ DEL CEMENTIRI	-
	56	CAMÍ DEL CEMENTIRI	-
	57	TURÓ DE L'INFERN	-
	58	CAN CAMPINS	-
	59	ROCA D'EN TONI	BIC Z. ARQUEOLÒGICA
	60	VESSANT OEST DEL MONTCABRER	-
CO	61	CAN VEHLIS	BCIN MONUM. HISTÓRIC
	62	VIL·LA DEL SANT CRIST	-
	63	CTRA. DE VILASSAR DE MAR - CABRILS	-
	64	BROLLES DE L'ABRIL	-
	65	CREU DE L'ABELLA	-
	66	CASTELL DE BURRIAC	BCIN MONUM. HISTÓRIC
	67	ALZINA SURERA, L'	-
	68	OPPIDUM DE BURRIAC	BCIN Z. ARQUEOLÒGICA
	69	TURÓ DELS ORIOLS	-
	70	CAN PARCALA	-
	71	ÀREA D'EXTRAMURS DE L'OPPIDUM DE BURRIAC	-
	72	LA PEIROTA	-
	73	CAN PAU FERRER	-
	74	CA L'ARNAU / CAN MATEU	BCIL
	75	CAN BENET	-
	76	CAN LLORELL	-
	77	CARRERS TORRENT DE CA L'IGNASI, ESPLAI I PACO	-
	78	CAN VEHLIS	-
	79	CAN ROS	-
	80	CAN PUIG	-
	81	PROP DE CAN MORA	-
	82	ENTRE CAN MORA I L'AUTOPISTA	-
	83	CAN BATLLE	-
	84	CAN CARBONELL	-
	85	CREUETA, LA	-
	86	CAN JOAN LLADÓ	-
	87	PLA BONA	-
	88	SANTA MARGARIDA DE CABRERA	-
	89	LA BÒRIA	-
	90	PROP DE LA RIERA DE CABRERA	-
	91	CONFLUÏNCIA CAMÍ DEL MIG-RIERA DE CABRERA	-
	92	ENTRE MONTCABRER I L'AUTOPISTA	-
	93	CAN SALA	-
	94	CAN BARTRINA	-
	95	TORRE DE CAN PALAUET	BCIN MONUM. HISTÓRIC
	96	VIL·LA DEL CAMÍ DEL MIG	-
	97	NECRÓPOLIS Y VIA ROMANA - CAMÍ DEL MIG	-
	98	CAN MELGA	-
	99	FÀBRICA MASSANA	-
	100	TORRE LLAUDER	BCIN Z. ARQUEOLÒGICA

Figura 151. Yacimientos arqueológicos. Fuente: PGOU de Cabrera de Mar

5.16.2. NAUFRAGIOS

En las fuentes consultadas(Anónimo, 1775); (Fernández Duro, 1867); (Hocking, 1969); (Grocott, 1997) Wrecksite.eu; Lloyd’s List; U boat.net, etc. y bases de datos propiedad de Archeonauta S.L., no se localizó referencia alguna a la presencia de naufragios en el área de estudio.

No se han localizado referencias en la hemeroteca para la zona que se refieran a accidentes marítimos que pudieran generar un registro arqueológico. Como excepción registramos la pérdida de más de 70 vidas en la tormenta del 31 de enero de 1911 en las costas levantinas sin que conste afectación directa al área que nos ocupa³.

El 31 de enero, á cosa de las dos de la tarde, se levantó en la zona marítima de Barcelona un temporal de agua y viento cuya violencia fue tal como no recuerda ni los marineros desde hace muchísimos años, El día había amanecido con tiempo bonancible y, por lo tanto, salieron las barcas de pesca a sus tareas como de ordinario.

A las cuatro de la tarde el temporal cobró indecible violencia, soplando fuertes rachas del E. y N.E., que ocasionaron el naufragio de muchas barcas de las matrículas de Barcelona, Vilasar, Badalona y Mataró. Los prácticos del puerto salieron a bordo de los remolcadores Cataluña y Montserrat, logrando salvar a los tripulantes de cinco barcas. Desgraciadamente, hubo que lamentar la muerte de más de 70 pescadores de distintos distritos marítimos, pues el temporal corrió hacia la parte de Tarragona y Valencia (Salvat, 1911).

5.16.3. REFERENCIAS

En las bases de datos así como en la Carta Arqueológica Subacuática del CASC, en el Inventario del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de Cataluña y los Mapas de Patrimonio Cultural de la Diputación de Barcelona, se han recogido las siguientes referencias a elementos de interés, tanto terrestres como subacuáticos en la zona. De ellos únicamente los que aparecen subrayados pueden afectar a los futuros trabajos a desarrollar en el área propuesta de intervención:

- La Romaguera (subacuático). Impacto: Nulo.
- La Barcassa (subacuático). Impacto: Nulo.
- La Barra d'en Cintet (subacuático). Impacto: Medio
- Fondeador de Vilassar (subacuático). Impacto: Nulo.
- Riera de Cabrera (subacuático). Impacto: Nulo.
- Riera d'Argentona (subacuático). Impacto: Nulo.
- Nàutic de Cabrera (terrestre). Impacto: Crítico.
- Desembocadura Riera d'Argentona (terrestre). Impacto: Nulo.

Todos estos puntos se analizan a continuación justificando, o no, la necesidad de tenerlos en cuenta para la realización del proyecto.

³ En este temporal se perdió el vapor español Abanto sobre Sagunto (Valencia), pereciendo su capitán y tripulación de trece hombres.

Tabla 63. Tabla de información de La Romaguera

CÓDIGO:	DENOMINACIÓN La Romaguera		REFERENCIA
ARQ.S.1			CASC
			LRV
SITUACIÓN			
En frente de la playa de Vilassar de Mar			
EASTING (31T)	NORTHING (31T)	ALTITUD	TIPO
451750	4595258	-8/-10	Fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Se trata de una barra rocosa submarina que discurre paralela a la costa en la cual han aparecido materiales anfóricos de diferente tipología y cronología.			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Indeterminado / Pendiente de datación.			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: Nulo. El yacimiento está situado a más de 500 m del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			

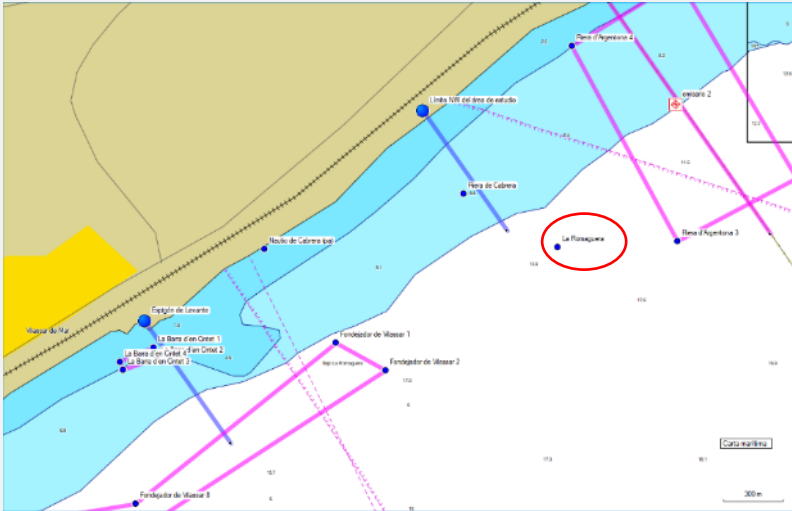


Tabla 64. Tabla de información de La Barcassa

CÓDIGO:	DENOMINACIÓN La Barcassa		REFERENCIA
ARQ.S.2			CASC
			BAV
SITUACIÓN			
Les Roquetes			
EASTING (31T)	NORTHING (31T)	ALTITUD	TIPO
448695	4594002	-5m	Pecio
DESCRIPCIÓN			
Restos de un pecio probablemente de época moderna, con 20 metros de madera conservada en el sentido de la eslora. Hay elementos de hierro y clavos de cobre. Algunos elementos metálicos extraídos del pecio en la década de los 60's fueron depositados en el Museu Marítim de Barcelona.			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Moderno (1492-1789).			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: Nulo. El yacimiento se encuentra a 1.600m del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			

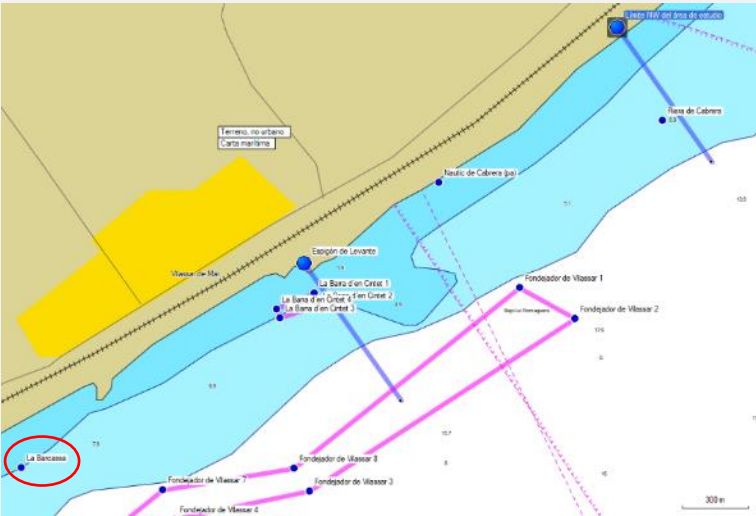


Tabla 65. Tabla de información de La Barra d'en Cintet

CÓDIGO:	DENOMINACIÓN La Barra d'en Cintet		REFERENCIA
ARQ.S.3			CASC
			BCV
SITUACIÓN			
Frente la riera d'en Cintet. No se dispone de coordenadas.			
EASTING (31T)	NORTHING (31T)	ALTITUD	TIPO
		-5/-9	Fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Aparición de material anfórico de diferente tipología y cronología en esta barra rocosa sumergida que discurre paralela a la costa, frente a la riera d'en Cintet. El área se ha referido a los siguientes puntos			
La Barra d'en Cintet 1 31 T 449896 4594769			
La Barra d'en Cintet 231 T 449909 4594715			
La Barra d'en Cintet 331 T 449756 4594660			
La Barra d'en Cintet 431 T 449741 4594700			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Indeterminado / Pendiente de datación.			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: MEDIO. El yacimiento se localiza parcialmente a unos 100 m. del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			

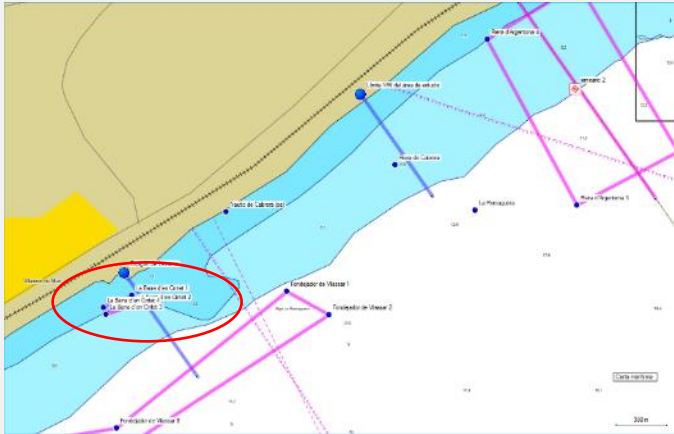


Tabla 66. Tabla de información de Fondejador de Vilassar

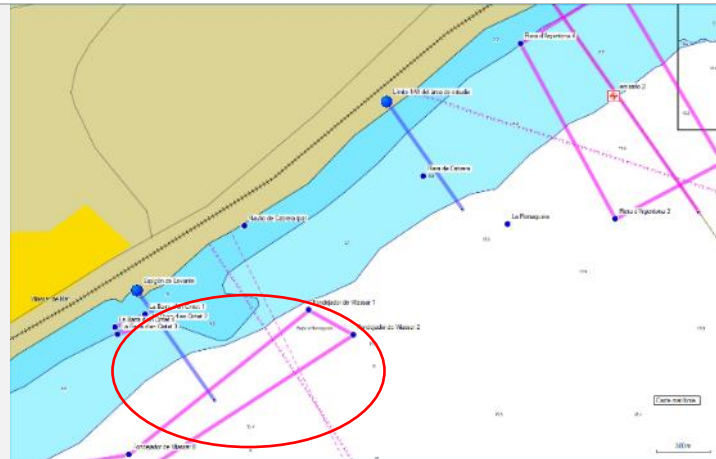
CÓDIGO:	DENOMINACIÓN		REFERENCIA
	Fondejador de Vilassar		CASC
ARQ.S.4			FVV2
SITUACIÓN			
Playa de Vilassar.			
EASTING	NORTHING	ALTITUD	TIPO
(31T)	(31T)		
		-12	Fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Área extensa frente al litoral del municipio de Vilassar de Mar donde aparecen materiales anfóricos de diferente cronología y tipología. Está definida por los siguientes puntos:			
Fondejador de Vilassar 1	31 T 450732	4594787	
Fondejador de Vilassar 2	31 T 450958	4594648	
Fondejador de Vilassar 3	31 T 449872	4593891	
Fondejador de Vilassar 4	31 T 449321	4593769	
Fondejador de Vilassar 5	31 T 448632	4593102	
Fondejador de Vilassar 6	31 T 448596	4593313	
Fondejador de Vilassar 7	31 T 449271	4593899	
Fondejador de Vilassar 8	31 T 449808	4593991	
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Indeterminado / Pendiente de datación.			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: Nulo. El yacimiento se sitúa a más de 500 m del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			
			

Tabla 67. Tabla de información de Riera de Cabrera


CÓDIGO:	DENOMINACIÓN		REFERENCIA
	Riera de Cabrera		CASC
ARQ.S.5			RCC
SITUACIÓN			
Playa de Cabrera			
EASTING	NORTHING	ALTITUD	TIPO
(31T)	(31T)		
451321	4595525	-10	Pecio o fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Localización y extracción de dos ánforas itálicas de la tipología Dressel 1A, prácticamente enteras, y un fragmento de panza de ánfora itálica en una zona geográfica relativamente reducida. Se trata de una barra rocosa que discurre paralelamente a la costa en la playa de Cabrera de Mar a 10 metros de profundidad. En esta barra también aparecen fragmentos rodados de ánfora tarraconense.			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Romano republicano			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: Nulo. El yacimiento se encuentra a más de 400 m del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			
			

Tabla 68. Tabla de información de la Riera d'Argentona

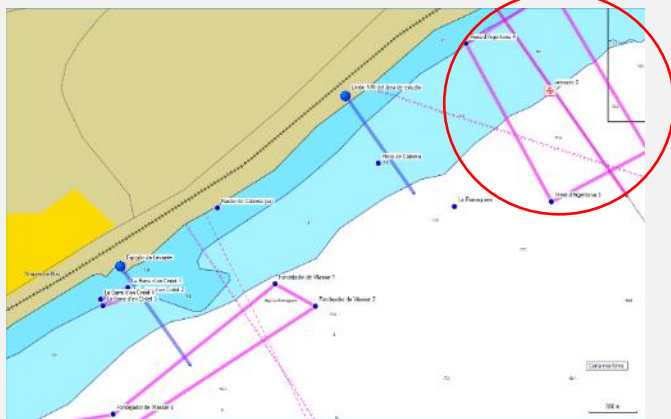
CÓDIGO:	DENOMINACIÓN		REFERENCIA
ARQ.S.6	Riera d'Argentona		CASC
		RAC; CCAA 17553	
SITUACIÓN			
Frente a la riera d'Argentona.			
EASTING	NORTHING	ALTITUD	TIPO
(31T)	(31T)	-5/-15	Fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Hallazgo de diversos fragmentos cerámicos de diferente tipología y cronología y de un cepo de plomo frente a la riera d'Argentona.			
El área del fondeadero está definida por los siguientes puntos:			
Riera d'Argentona 1 31 T 452315 4596581			
Riera d'Argentona 2 31 T 452848 4595593			
Riera d'Argentona 3 31 T 452300 4595282			
Riera d'Argentona 4 31 T 451822 4596257			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Indeterminado / Pendiente de datación.			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: Nulo. El yacimiento se halla situado a más de 700 m del ámbito de actuación delimitado por sendas líneas azules paralelas.			
			

Tabla 69. Tabla de información de Nàutic de Cabrera


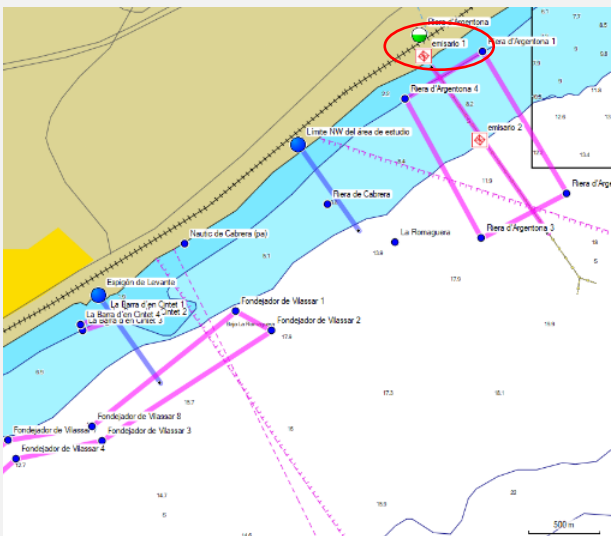
CÓDIGO:	DENOMINACIÓN		REFERENCIA
	Nàutic de Cabrera		Diputació Barcelona
ARQ.S.7			CCAA 17552
SITUACIÓN			
Fondeadero sin ubicación precisa conocida. Coordenadas a modo de referencia.			
EASTING	NORTHING	ALTITUD	TIPO
(31T)	(31T)		
450408	4595257		Fondeadero
DESCRIPCIÓN			
Yacimiento subacuático conocido por actuaciones de expolio. No hay documentación precisa del material recogido ni ubicación exacta del sitio.			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Indeterminado.			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: CRÍTICO. El supuesto yacimiento se halla dentro del ámbito de actuación del proyecto delimitado por sendas líneas azules paralelas.			
			

Tabla 70. Tabla de información de la desembocadura Riera d'Argentona

CÓDIGO:	DENOMINACIÓN		REFERENCIA
ARQ.T.4	Desembocadura Riera d'Argentona		Diputació Barcelona CCAA 1038
SITUACIÓN			
Premià de Mar			
EASTING (31T)	NORTHING (31T)	ALTITUD	TIPO
447335	4593847	+4	Indeterminado
DESCRIPCIÓN			
Yacimiento desaparecido por urbanización.			
Conocido a partir de los datos registrados en 1929 por M. Ribas en su archivo.			
en la desembocadura de la riera, cerca de la vía del tren, se encontró trozos de pavimento, un fragmento con teselas de mármol blancas y negras, fragmentos de ánfora y cerámica. Se hallaron tumbas en tegula, ánforas casi enteras y dos monedas.			
Interpretado, como posible villa romana.			
No se puede definir si los restos aparecieron en la riera propiamente dicha o bien en el lado oriental.			
En el primer caso, si se conserva algo debe ser tapada por las arenas de la riera.			
ADSCRIPCIÓN CULTURAL: Romano (II aC-V dC)			
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: nulo. El yacimiento se halla fuera del ámbito de actuación del proyecto, en tierra firme.			
			

5.16.4. ESTUDIO GEOFÍSICO

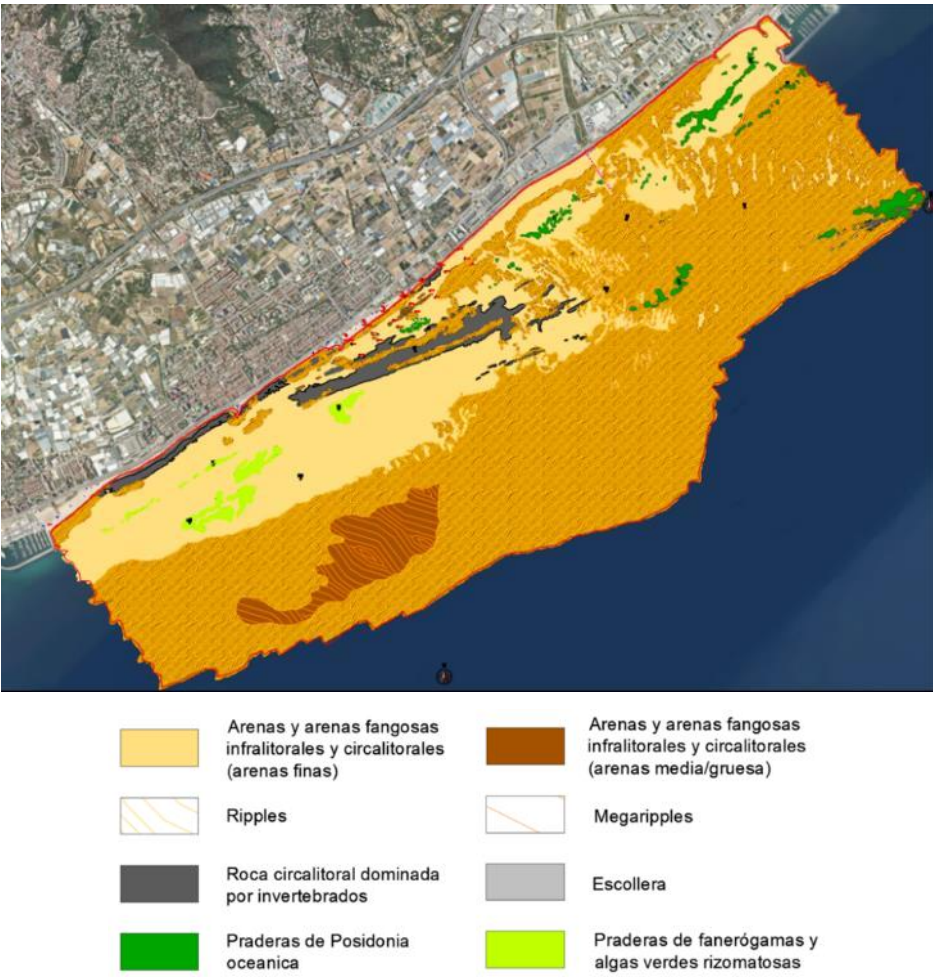


Figura 152. Tipos de suelo y materiales en la zona de actuación

La empresa adjudicataria de los trabajos encargó una serie de estudios geofísicos de la zona de actuación que incluyó un levantamiento con sonar de barrido lateral (SBL) y vídeos submarinos.

Estos trabajos dieron como resultado la identificación de fondos de arena fina, fina gruesa y roca.

La mayor parte del área estudiada está formada por un sustrato sedimentario con una escasa superficie ocupada por organismos vegetales (Posidonia oceánica, fanerógamas y algas verdes) este tipo de sustrato, si bien es básico a la hora de proteger el Patrimonio Cultural Subacuático, impide localizar elementos aflorantes del fondo pues los mismos tienden a ser enterrados por las deposiciones o bien por procesos mecánicos debidos a la acción del mar (licuefacción del sustrato).

Además, el uso de sonar si bien resulta fundamental a la hora de localizar estructuras, es inútil a la hora de localizar elementos de pequeño tamaño como son los descritos en esta zona.

Por tanto, es prácticamente imposible localizar elementos de interés patrimonial, tanto mediante procesos visuales como incluso acústicos, más allá del uso de perfiladores de sedimentos a la hora de localizar hipotéticas estructuras de gran tamaño, como podrían ser las de origen portuario.

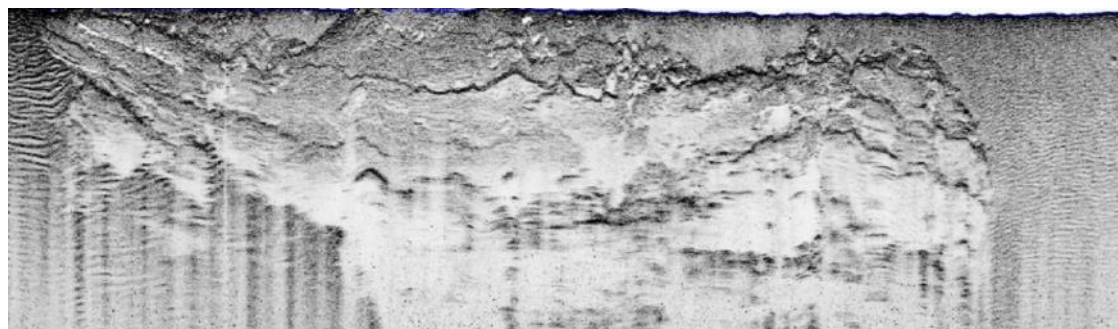


Figura 153. Sonografía. Afloramiento rocosos rodeados de arena gruesa con ripples. Fuente: Esgemar

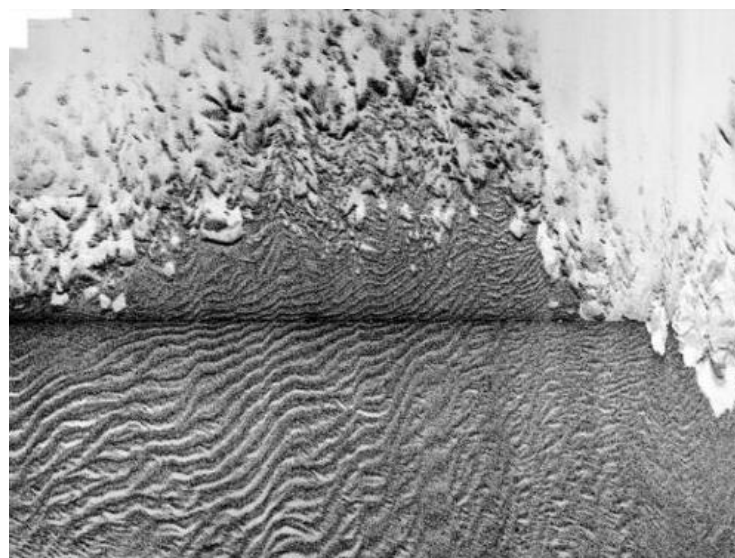


Figura 154. Sonografía de una escollera con arena y ripples. Fuente: Esgemar

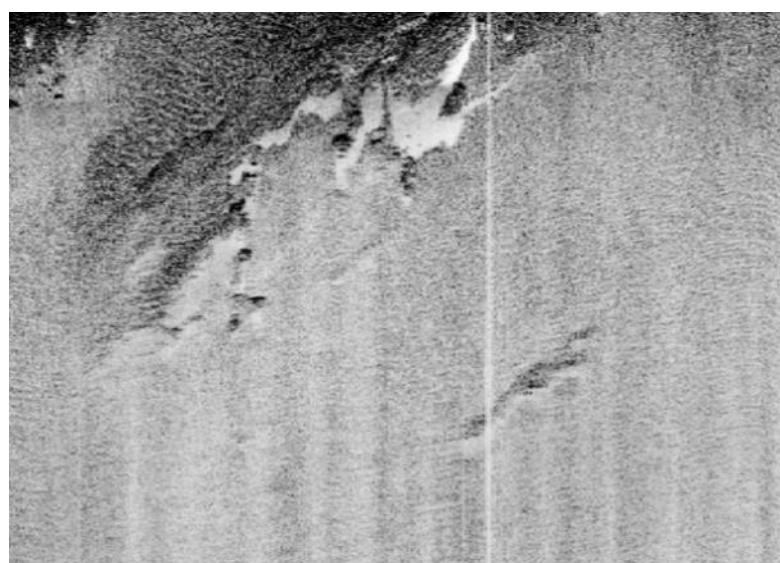


Figura 155. Fondo de roca y arena en el área de estudio. Fuente: Esgemar

Únicamente se han identificado como elementos de origen antrópico un emisario submarino sobre un fondo de arena, además de las extensiones sumergidas de las escolleras de protección presentes en la playa.

Ninguno de estos elementos tiene interés desde el punto de vista patrimonial y se encuentran alejados del área de estudio.

5.16.5. CONCLUSIONES

Según las fuentes bibliográficas, no se han descrito puertos propiamente dichos en la zona de intervención. Se han documentado las playas como accesibles a embarcaciones menores y la construcción de embarcaciones de cabotaje en la segunda mitad del siglo XIX. Es posible que en época clásica las desembocaduras de las rieras se constituyeran en puntos accesibles al interior para la carga y descarga de mercancías.

Se han identificado en la zona potenciales fondeaderos, utilizados durante episodios de vientos terrales. Estos puntos son susceptibles de acumular una cultura material de origen y cronología heterogénea, tal y como manifiestan los datos facilitados por el CASC para la Riera d'Argentona, la Riera de Cabrera, La Barra d'en Cintet, y la Romaguera.

No se han documentado naufragios ocurridos en la zona de estudio en momentos históricos.

La prospección subacuática con medios geofísicos no ofreció resultados positivos desde el punto de vista patrimonial.

De todos los puntos recogidos en la diversa documentación manejada, sólo dos son susceptibles de afectación desde el punto de vista de protección del Patrimonio Cultural (II. 12):

- Nàutic de Cabrera (subacuático). Impacto: Crítico.
- La Barra d'en Cintet (subacuático). Impacto: Medio.

El primero de ellos es una referencia que identifica un expolio, sin que se defina un yacimiento ni localización del mismo, ni siquiera su existencia constatada.

El segundo supone una proximidad al yacimiento definido que no implica una afectación directa al mismo.

No se han identificado yacimientos terrestres susceptibles de ser afectados por los trabajos propuestos.

Estimamos que la protección de un hipotético registro arqueológico en la zona afectada queda garantizada con el establecimiento de un control arqueológico. Éste deberá desarrollarse durante la retirada de sedimentos en las proximidades de estos dos puntos recogidos en la Carta Arqueológica Subacuática del CASC.

6. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS POSIBLES EFECTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Una vez conocidas las características de la obra objeto de proyecto, así como las del medio en el que pretende ser desarrollada, se está en condiciones de definir los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente tal como se indica en la Ley 21/2013.

Por impacto significativo se entiende la alteración de carácter permanente o de larga duración de un valor natural y, en el caso de espacios Red Natura 2000, cuando además afecte a los elementos que motivaron su designación y objetivos de conservación.

6.1. ACCIONES DEL PROYECTO.

Previamente a definir cuáles son los efectos potenciales de la obra en el medio ambiente, se procede a determinar las acciones (AO's) asociadas a la misma susceptibles de producirlos. Éstas se sintetizan básicamente en:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Extracción de materiales para la escollera (AO1): Durante la extracción de la escollera de las canteras la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos.
- Dragado de arena. (AO2) Durante las operaciones de dragado de la arena la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos. Asimismo, debe tenerse presente que durante estas operaciones se producirá el vertido al agua de finos presentes en la arena como consecuencia de las operaciones de “over-flow” de la cántara. Esto comportará un incremento de la turbidez del agua que puede afectar a las especies más próximas e incluso podría implicar una modificación de la calidad química del agua, si bien esto último se considera poco probable.
- Transporte de materiales escollera/arena (AO3) Durante el transporte por carretera de la escollera desde la cantera hasta la obra (en camión) y de la arena de aportación la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos
- Construcción de los espigones y vertido y extensión de arena en la playa (AO4). Durante las operaciones de vertido y colocación de escollera en los espigones y de vertido y extensión de arena en la playa, la maquinaria empleada producirá ruidos y la emisión de contaminantes atmosféricos. Asimismo debe tenerse presente que durante estas operaciones se producirá el vertido al agua de los finos presentes en la arena y en las escolleras (no obstante, debe tenerse en cuenta que en promedio la arena que se propone emplear para la creación de la nueva playa -y que en volumen es el material mayoritario en la obra- tiene un porcentaje de finos reducido, entendiéndose por finos aquellas partículas con un tamaño inferior a 0,063 mm). Esto comportará un incremento de la turbidez del agua que puede afectar a las especies más próximas e incluso podría implicar una modificación de la calidad química del agua, si bien esto último se considera poco probable. La ejecución de los espigones y la playa supone una modificación de la batimetría y la ocupación de espacios habitados por comunidades marinas, lo que supone una alteración de sus condiciones actuales (por un lado aterramiento de

las comunidades bentónicas presentes debido a la deposición de los materiales, pero por otro creación de una obra similar a un arrecife que permitirá el desarrollo de otro tipo de especies). La ampliación de la superficie de playa seca supondrá por un lado la modificación de la batimetría y la ocupación de espacios habitados por comunidades marinas, lo que supone una alteración de sus condiciones actuales (aterramiento de las comunidades bentónicas presentes debido a la deposición de los materiales).

- Vertido accidental de hidrocarburos (AO5) Durante las operaciones descritas anteriormente se puede llegar a producir el vertido accidental de aceites, lubricantes... tanto en medio terrestre como marino, si bien se le debe conceder una baja probabilidad de ocurrencia.

FASE DE EXPLOTACIÓN

- Funcionalidad de los espigones (AO5). La presencia de los nuevos espigones una vez que su construcción haya sido finalizada supondrá una alteración de la dinámica litoral. Finalmente supone una alteración del actual paisaje costero, caracterizado por una artificialización. No obstante, es una obra en la que se han minimizado lo máximo posible las cotas de coronación, sin superar en ningún caso la actual cota de la berma de la playa, además, en las proximidades de la zona ya existen este tipo de estructuras. Supone un aumento de la calidad de vida de la población, ya que, su existencia posibilita la existencia de la playa.
- Acumulación de arena y funcionalidad de la playa (AO6)). También supone una alteración de la dinámica litoral. Asimismo, supone una alteración del actual paisaje costero. Finalmente, la creación de la nueva playa permitirá un mayor desarrollo de las actividades recreativas y de ocio.

6.2. VARIABLES AMBIENTALES AFECTADAS.

Entre las variables ambientales (VA-s) del medio que pudieran verse afectadas se consideran:

MEDIO FÍSICO

- Incluye las variables ambientales aire (VA1), Agua: incremento de la turbidez en la columna de agua (VA2) y alteración de la calidad química del agua (VA3), sedimento (VA4) y Dinámica Litoral (VA5).

MEDIO BIOLÓGICO

- Considera las variables ambientales: Comunidades plantónicas y bentónicas (VA6) y Especies y hábitat Protegidos (VA7) como son la *Cymodocea Nodosa*, tortuga boba y *Posidonia O.*

MEDIO PERCEPTUAL

- Incluye la variable ambiental Paisaje (VA8) y Ruido (VA9).

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- Engloba a las variables, Espacios Naturales Protegidos -ENP- (VA10), Calidad de Vida y empleo (VA11).

MEDIO CULTURAL

- Engloba el Patrimonio Histórico (VA12).

6.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

Con todo ello, se procede a enfrentar, mediante una matriz de doble entrada, las acciones susceptibles de generar impactos y las potenciales variables del medio receptor, obteniéndose una matriz de identificación de incidencias. El resultado de este proceso se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 71. Matriz de identificación impactos

ACCIÓN DE OBRA	Variable Ambiental											
	Fase de obra											
	VA1	VA2	VA3	VA4	VA5	VA6	VA7	VA8	VA9	VA10	VA11	V12
Extracción de materiales para la escollera(A01)	X											
Dragado de Arena (A02)	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X
Transporte de materiales Escollera/arena (A03)	X											
Construcción de espigones y vertido y extensión de arena (A04)	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Vertido accidental de hidrocarburo (A05)			x									

Fase de explotación												
Funcionalidad espigón (A04)					X			X			X	
Acumulación de arena y funcionalidad de la playa (A05)					X			X			X	

Las casillas en blanco representan la no existencia de interacción o bien que ésta presenta un carácter de nulo, no siendo relevantes a la hora de determinar el impacto final del proyecto.

Seguidamente se procede a analizar con detalle las interacciones detectadas en la matriz anterior para cada variable ambiental como primer paso para el diseño de un Plan de Vigilancia Ambiental que garantice la viabilidad ambiental del proyecto.

6.4. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se procede a la justificación de la valoración de impactos teniendo en cuenta una serie de criterios determinantes para la asignación de una magnitud en relación a una misma acción. En este caso, los criterios son distintos para cada medio afectado, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 72. Criterios de valoración del impacto (Fuente: Proyecto de actuaciones en el Maresme; TT.MM de El Masnou - Premià de Mar (Barcelona))

CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL IMPACTO		
MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO	MEDIO ANTRÓPICO
Calidad materiales	Valor ecológico	Calendario
Volumen materiales	Grado conservación	Valor recurso afectado
Calidad medio receptor	Singularidad	Grado utilización
Tiempo duración obras	Proximidad	Tiempo duración obras
Grado persistencia	Capacidad recuperación	Capacidad restitución
Capacidad sinergia	Tiempo duración obras	Proximidad zonas cultivo
Extensión territorial	Eficacia medidas correctoras	Proximidad playas
Eficacia medidas correctoras		Eficacia medidas correctoras

Para la caracterización de los impactos se ha utilizado la siguiente terminología:

Por su carácter: positivo / negativo

Por su tipo: directo / indirecto

Por su duración: permanente / temporal

Por su acumulación: simple / acumulativo / sinérgico

Por su temporalidad: a corto plazo / a medio plazo / a largo plazo

Por su reversibilidad: reversible / irreversible

Por su recuperación: recuperable a corto plazo / recuperable a medio plazo / irrecuperable

Por su magnitud: notable / moderado / mínimo

Por su periodicidad: periódico / de aparición irregular

Por su continuidad: continuo / discontinuo

Para la evaluación final se ha atendido a los siguientes criterios:

- **Impacto crítico (R):** impacto de alta magnitud en recursos de alto valor sin posible recuperación (irreversibles) y cuya presencia determina por exclusión la inviabilidad del proyecto.
- **Impacto severo (S):** impactos de alta magnitud sobre recursos de alto valor con posibilidad de recuperación a medio plazo, o bien sobre recursos de valor medio sin posibilidad de recuperación. También incluye los impactos de media magnitud sobre recursos de alto valor irreversibles.
- **Impacto moderado (M):** impactos de magnitud alta sobre sobre recursos de alto valor alto de recuperación inmediata o bien sobre recursos de valor medio cuando son reversibles a medio plazo o bien sobre recursos de valor bajo cuando son irreversibles. También incluye los impactos de magnitud media sobre recursos de alto valor alto de recuperables a medio plazo o bien sobre recursos de valor medio cuando son irreversibles. Asimismo incluye los impactos de magnitud baja sobre recursos de alto valor alto cuando son irreversibles.
- **Impacto compatible (C):** impactos de magnitud alta sobre recursos de un valor medio con posibilidad de recuperación inmediata o bien sobre recursos de bajo valor con recuperación a medio plazo. También se incluyen los impactos de magnitud media sobre recursos de alto valor alto de recuperación inmediata o bien sobre recursos de valor medio cuando son reversibles a medio plazo o bien sobre recursos de valor bajo cuando son irreversibles (es decir, sin posibilidad de ser recuperados). Asimismo incluye los impactos de magnitud baja sobre recursos de alto valor alto de recuperables a medio plazo o bien sobre recursos de valor medio cuando son irreversibles.
- **Sin impacto (N):** en el resto de los casos.

Todo ello se resume en la siguiente tabla, que incluye un criterio de colores: rojo = impacto crítico (R), naranja =severo (S), amarillo = moderado (M), verde claro = compatible (C) y verde intenso = sin impacto (N).

Tabla 73. Tipos de impacto considerados (Fuente: elaboración propia)

Magnitud del impacto	Recuperación	Valor del recurso		
		Alto	Medio	Bajo
Alta	Irreversible	R	S	M
	A medio plazo	S	M	C
	Inmediata	M	C	N
Media	Irreversible	S	M	C
	A medio plazo	M	C	N
	Inmediata	C	N	N
Baja	Irreversible	M	C	N
	A medio plazo	C	N	N
	Inmediata	N	N	N

6.5. VARIABLE AMBIENTAL AIRE

El único elemento generador de impacto que se evalúa para esta variable es la presencia de la maquinaria de obra que será la encargada de ejecutar las acciones de proyecto: aporte de material de escollera para la construcción del espigón. Así mismo, este impacto será producido también por la maquinaria que extraiga el material para la escollera y el que realice el dragado.

Durante la fase de construcción indudablemente será precisa la presencia y trabajo de maquinaria de gran porte (grúas, elevadores, camiones, etc.) para efectuar las acciones de construcción de los espigones. El principal efecto sobre la atmósfera derivado de la maquinaria, inherente a toda obra constructiva, en mayor o menor magnitud, es la emisión de gases y partículas procedente de la combustión de los motores y el rodaje.

Como nivel de referencia para las emisiones pueden utilizarse los factores de emisión de un volquete de 30 toneladas, cuyos valores quedan recogidos en la tabla siguiente.

Tabla 74. Factores de emisión de un volquete de 30 t (Fuente: USEPA, 1973)

CONTAMINANTE	EMISIÓN (g/km)
Partículas	0,75
Óxidos de azufre (SO _x y SO ₂)	1,50
Monóxido de Carbono	12,75
Hidrocarburos	2,13
Óxidos de nitrógeno (NO _x y NO ₂)	21,25
Aldehídos (HCHO)	0,19
Ácidos orgánicos	0,19

El marco normativo regulador de la contaminación atmosférica causada por los gases de escape de los vehículos de motor se establece a nivel europeo y no ha sido aún traspuesta. En concreto, es la [Directiva 70/220/CEE del Consejo](#), de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la contaminación atmosférica causada por los gases de escape de los vehículos de motor (DO L 76 de 06/04/70) la primera disposición referente a la materia. Desde 1970 esta Directiva ha sido modificada por 21 actos y el análisis de este compendio legislativo permite obtener unos valores de referencia de emisiones de gases para vehículos de la categoría N1 o los “vehículos destinados al transporte de mercancías con una masa máxima no superior a 3,5 Tm” y los camiones, quedando las cifras compiladas en la siguiente tabla:

Tabla 75. Valores de referencia para emisión de gases de tubos de escape de vehículos industriales ligeros (Fuente: COM (2005) 683. Comisión de la Comunidad Europea del 21/12/05 y otras Directivas Europeas modificatorias)

Vehículos	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	HUMO
Vehículos industriales ligeros < 1305 kg (N1-I)	0,50	-	0,23	0,18	0,005	-
Vehículos industriales ligeros 1305 -1760 kg (N1-II)	0,63	-	0,295	0,235	0,005	-
Vehículos industriales ligeros < 1760-3500 kg (N1-III)	0,74	-	0,3505	0,280	0,005	-
Camiones	1,5	0,16	-	2,0	0,02	0,5

Nota: se toma como referencia la norma EURO V por ser la vigente, aunque está en proceso de aplicación la EURO VI. Igualmente se considera que los motores de los vehículos son diésel, por ser más eficiente.

Por otro lado, junto con la liberación de las sustancias gaseosas, como se observa en la tabla anterior, también se generan partículas (PM) y humos, pero éstos se desprenden en menor proporción. El material suspendido procederá del tránsito de la maquinaria por caminos no asfaltados y de la movilización del necesario para la fase constructiva. En este sentido, son las partículas de diámetro más pequeño las que generan problemas en la salud, pues son más fácilmente respirables. Así, el CSIC (2005) ya estableció que *“las partículas con un diámetro menor de 10 μm pueden acceder a la parte superior del tracto respiratorio; mientras que las partículas de menos de 2,5 μm de diámetro, llegan hasta los pulmones, por lo que son potencialmente más peligrosas. Las partículas aún más pequeñas, de menos de 1 nm de diámetro pueden entrar incluso en la circulación sanguínea”*. El tamaño de grano que va a movilizarse es superior a los indicados (escollera), por lo que no se producirán sobre la salud los efectos comentados.

En cualquier caso, estas emisiones serán puntuales y sólo producidas durante la fase de obras. El medio tendrá una recuperación inmediata y alta capacidad de absorción del efecto por lo que el efecto se **califica de negativo moderado**.

6.6. VARIABLE AMBIENTAL AGUA: TURBIDEZ Y ALTERACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA

Lógicamente, esta variable ambiental se verá afectada por la mayoría de las acciones de obra del presente proyecto, al desarrollarse éste fundamentalmente dentro del ámbito marino.

El estado inicial del agua se verá alterado por el vertido del material de escollera para la construcción de los espigones.

El efecto general de lo anteriormente considerado es una disminución de la calidad de las aguas por un aumento de la turbidez, relacionada con una disminución transitoria de la transmitancia de la luz. Este efecto será tanto más acusado cuanto menor sea el tamaño de grano del material del fondo, pues tarda más en depositarse.

En este sentido, para valorar la posible incidencia derivada de la alteración de la calidad del agua, se ha estimado el incremento de material resuspendido (relacionado directamente con la transparencia del medio y la turbidez) y su dispersión. Con esta estimación se conoce el tiempo que dura la resuspensión de material y el alcance de la pluma de turbidez, determinándose consecuentemente el grado de alteración al que se ve sometida la calidad del agua.

Debido a la baja cantidad de material fino y la velocidad de la corriente, se concluye que las obras proyectadas no provocan un incremento significativo de la concentración de material particulado en la columna de agua ni de la sedimentación en el fondo, siendo muy limitada en el espacio y el tiempo, la alteración de la calidad del agua.

En cuanto a la alteración hidromorfológica que representan los espigones, dada sus ubicaciones y dimensiones, ésta no representa ningún riesgo para que la masa de agua no pueda alcanzar su buen estado ecológico.

Por otro lado, tampoco se espera el paso de contaminantes desde el sustrato aportado a la playa a la columna de agua, por la buena calidad fisicoquímica de dicho sustrato.

Por último, debe considerarse la contaminación de la lámina de agua debido a la llegada de algún contaminante procedente de un vertido accidental de la maquinaria. Estos sucesos pueden producirse, y en caso de roturas o accidentes, puede haber derrames de aceites, combustibles que podrían afectar al agua y al sedimento. Existe claramente incertidumbre sobre la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos, lo cual dificulta su evaluación. En caso de producirse, si llegaran compuestos de los mencionados al agua el efecto sería negativo, al igual que para el caso del sedimento, dependiendo su magnitud de la del vertido producido. Este aspecto, si bien se menciona porque el riesgo existe, no se incluye en la cuantificación. Sin embargo, sí se proponen medidas preventivas aplicadas a la maquinaria y su mantenimiento dirigidas a minimizar al máximo el riesgo de que se produzcan estas situaciones. Éstas deberán observarse por el contratista en todas las fases de obras.

Estos hechos permiten catalogar el efecto como **negativo moderado**, siendo la resiliencia del medio alta ante esta perturbación.

Durante la fase de funcionamiento no se prevén efectos sobre la calidad de las aguas.

6.7. VARIABLE AMBIENTAL SEDIMENTO

Como se ha indicado, el sedimento en la zona de actuación presenta una clara gradación en tamaño entre la playa seca y el frente de playa y la zona sumergida. En la playa seca y el frente de playa el tamaño de grano es mayor, con presencia alta de gravas, mientras que en la zona sumergida, por debajo de -3 m, el tamaño es menor, dominando las arenas finas.

Durante la fase constructiva, las incidencias que pueden detectarse sobre la variable ambiental SEDIMENTOS se manifestarán sobre los vectores que se relacionan a continuación.

Se producirán variaciones topobatimétricas lógicamente en el fondo donde se construyan los nuevos espigones al producirse un cambio directo pero de escasa extensión (únicamente la asociada a la longitud de las estructuras) y fundamentalmente en el perfil de la playa. Esta variación será beneficiosa, importante y perdurable en el tiempo, lo cual evitará reposiciones periódicas del perfil de playa con aportes constantes, así como estabilizar y potenciar el refuerzo de esta sección costera y litoral.

Otro tipo de efectos que podría incidir sobre la variable son las modificaciones texturales, granulométricas y químicas, siendo esta incidencia derivada del vertido del material que conformarán los espigones (escollera). Así, el vertido de escollera generará una alteración, creando una superficie rocosa en una zona actualmente ocupada por sedimentos arenosos. En todo caso el efecto se considera poco significativo, por tratarse de un vertido de piedra natural similar a la existente en zonas cercanas.

Compilando todo lo expuesto, el efecto de la obra sobre la variable analizada se califica de **nulo o poco significativo**.

Durante la fase de funcionamiento no se prevén efectos sobre el sedimento.

6.8. VARIABLE AMBIENTAL DINÁMICA LITORAL

Durante la fase de construcción no hay efectos sobre la dinámica litoral, ya que el efecto sobre esta variable se expresa en la fase de funcionamiento.

Dos de los tres espigones no representan una barrera total al transporte sólido lateral, ya que no se llega a la profundidad de fondos activos (sobre los 5,00 metros), sin embargo, el espigón de 7 metros de profundidad sí presenta una barrera a dicho transporte lateral. El espigón provocará una acumulación de sedimento.

Por otra parte, fuera de la zona de influencia de los espigones, existirán las mismas condiciones actuales.

La construcción de los espigones, por lo tanto, tiene un efecto local, acumulando arena “aguas arriba” del mismo y protegiendo dicho tramo costero, pero no altera la dinámica fuera de dicha zona, más teniendo en cuenta la variabilidad del funcionamiento dinámico del entorno, debido a la sinuosidad del frente costero. Por ello, el efecto del dique sobre la dinámica litoral se califica de poco significativo.

No obstante, el efecto de la existencia de los espigones sobre la playa se califica de positivo, aunque indirecto, con una intensidad alta pues éste se concibe para dar protección a la sección litoral que pretende protegerse. Se instaura como una solución a largo plazo que evite la pérdida de arena, mantenga el perfil de playa y equilibrio dinámico y proporciones salvaguarda a la costa y casas más cercanas (este efecto se considera y evalúa en la variable CALIDAD DE VIDA y EMPLEO).

Impactos positivos: el principal impacto positivo se relaciona con la modificación de la dinámica, ya que se evitarán los fenómenos de regresión que no sólo afectan al uso lúdico y recreativo de la playa sino que atentan a la conservación de los bienes públicos. Por otro lado, la pérdida de materiales puede provocar su acumulación en otros puntos, afectando a las comunidades presentes.

Se trata de un impacto de intensidad media tanto en la zona de aportación como en las zonas de extracción por los volúmenes implicados.

Todas las medidas preventivas, reductoras y compensatorias han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.

El impacto se considera moderado. Es un impacto de magnitud media en un recurso de valor medio, que resulta irreversible (excepto en la zona de extracción).

6.9. VARIABLE AMBIENTAL COMUNIDADES BENTÓNICAS

Antes de valorar los efectos del proyecto sobre esta variable ambiental, es conveniente recordar los diferentes tipos de comunidades localizadas en la zona, así como sus principales características ecológicas observadas:

- 030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales: se localizan en primer lugar en una zona de arena fina. Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio desde la -3 a la -17 m. En la mitad noreste es menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m. Se localizan también sobre arenas

medias-gruesas enfangadas con ripples y megaripples. Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Aparecen con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio. En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes suelen ser principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, la fauna está constituida mayoritariamente por moluscos (bivalvos y gastrópodos), crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros.

- 030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas: Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5m y la -10m formando rodales longitudinales a las isobatas e la mitad suroccidental de la zona de estudio.
- 030512 - Praderas de Posidonia oceánica: Se localizan sobre arena fina y media. En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5m y la -10 m sobre arena fina y entre la -14m y más allá de la -20 m sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodeles dispersos paralelos a las isobatas.
- 030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados: fondo costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos. Afloramiento rocoso oblicuo a la costa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5m a -14m.

Una vez considerados estos apuntes preliminares, se hace necesario determinar los principales mecanismos de impactos derivados de la fase constructiva del proyecto que inciden sobre esta variable.

El principal vector de impacto deriva de la retirada permanente de los organismos asentados en el sedimento de las zonas ocupadas por el vertido de material de escollera y el vertido de arenas. Lógicamente, esta acción causará la destrucción total de las comunidades aquí presentes y su sustitución a lo largo del tiempo por otras, debido al cambio de condiciones al que se verá sometidas. En este caso, la construcción de los espigones provocará la eliminación de la comunidad presente en la ubicación de la misma, y cuya recuperación no será posible ya que llevan implicadas un cambio de sustrato (zonas de sustrato sedimentario pasarán a ser de sustrato rocoso).

Las comunidades que van a verse afectada en este sentido serán unas matas de posidonia existentes de pequeño tamaño y separadas entre ellas, debido a que las matas son de pequeño tamaño e inconexas, la afección sobre las mismas será de intensidad media.

En cuanto a los impactos derivados de la presencia de material en suspensión, éstos son la decantación de finos sobre las comunidades aledañas a la zona de estudio, con efectos de manera clara visibles, especialmente sobre las especies sésiles (aterramiento y asfixia), y disminución de la transmitancia de luz afectando a aquellos organismos dependientes de la misma.

Este vector de impacto, si bien tiene un radio de influencia mayor al anterior, su intensidad será notoriamente menor, más teniendo en cuenta que sólo afectará a comunidades de sustrato blando (con menor fragilidad ecológica).

En este sentido, hay que tener en cuenta los resultados obtenidos en la valoración de la calidad hidrológica (medio inerte), de los que se concluyen que el material en suspensión, y por tanto la turbidez, no llegara lejos, por lo que la afección, en caso de existir, se encontraría muy localizada en el espacio y en el tiempo.

Afecta a las Posidonia directamente (en las zonas de ocupación directa) e indirectamente (a través de la colmatación por finos puestos en suspensión). Tiene lugar durante el dragado y la aportación de materiales a la playa, por lo que es de tipo temporal. En el caso de las Posidonias afectadas indirectamente es de carácter reversible y recuperable, pues en cualquier caso el grado de colmatación será escaso y en el caso de la Posidonia afectada directamente por ocupación es de carácter irreversible e irrecuperable. Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.

En el caso de la afección a la Cymodocea, es un impacto también de intensidad baja ya que se trata de una afección indirecta a través de la dispersión de finos, y del volumen de finos puestos en suspensión la fracción puede alcanzar las praderas inferior es la inferior a 10 µm que representa un porcentaje muy menor de los áridos y se encuentran a una gran distancia de la actuación.

Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO SEVERO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto sin posibilidad de recuperación.

Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras, en la afección directa, IMPACTO SEVERO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.

En la zona de ocupación indirecta, con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO MODERADO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.

Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: las medidas (barreras anticontaminación) reducen la magnitud del impacto a baja.

En la matriz de impacto se tendrá en cuenta como impacto principal el asociado a la zona de ocupación directa por ser el más grave (SEVERO) y como impacto secundario el asociado a la zona de ocupación indirecta (MODERADO antes de las medidas),

6.10. VARIABLE AMBIENTAL ESPECIES PROTEGIDAS

Tal y como se ha constatado en los trabajos de campo realizados de forma expresa para el presente proyecto en Julio de 2023 hay presencia de especies protegidas en el entorno de la zona de actuación, por lo que se debe evitar el impacto a estas especies. Se afecta a unas matitas de posidonia. Ya comentado en el apartado anterior.

En el caso de la afección a la tortuga boba es un impacto de intensidad baja o mínima pues se trata de una afección improbable y en caso de presencia en la zona antes del inicio de la obra, dada su movilidad, puede migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables.

6.11. VARIABLE PAISAJE

La alteración del paisaje vendrá dada por la presencia de la maquinaria encargada de ejecutar los trabajos en la zona de la playa y la lámina de agua (UVIs seminatural y natural), presumiblemente camiones, retroexcavadoras, cucharas, grúas, etc. Además de las dimensiones de este tipo de vehículos debe tenerse en cuenta su color, pues en el caso de tonalidades amarillentas el contraste cromático es menor que si se trata de tonos anaranjados o rojos. Estos componentes, ajenos al paisaje costero, provocarán una alteración puntual, asumible y de reversibilidad completa al estado preoperacional a la finalización de las obras, siendo los principales receptores los vecinos de las urbanizaciones aledañas a la playa, usuarios habituales de las mismas.

Los acopios de material en la zona de servicio de la obra también producirán el efecto comentado, pero igualmente sólo persistirán el tiempo de ejecución de las obras, desapareciendo completamente tras la ejecución.

El efecto de la alteración sobre el paisaje se califica de negativo pero con una importancia muy baja por la temporalidad del efecto, el colectivo que percibirá el efecto (reducido y localizado) y, sobre todo, la capacidad del medio de volver al estado preoperacional (lámina de agua) o incluso mejorado (incremento de la superficie de la playa).

En cuanto al efecto en la fase de funcionamiento, la presencia de los espigones, dado que en el entorno existen protecciones de escollera similares, y la zona se encuentra antropizada, el impacto se considera poco significativo.

Sí se producirá una recuperación del perfil de playa sobre esta UVI, provocado por la estabilización de la línea de costa, lo cual, si bien, no modificará las condiciones de la unidad, que seguirá siendo una playa, sí tendrá efectos positivos, al evitar pérdida de su identidad. El usuario suele darle a este paisaje una importancia notable por lo que la importancia de esta mejora es media.

Se trata de un impacto de intensidad media ya que las nuevas infraestructuras (espigones) son de baja cota de coronación, por lo que la alteración será pequeña en un paisaje ya de por sí modificado. Lo mismo sucede en el caso de la amplitud de la nueva playa, que implica recuperar una situación del pasado. IMPACTO MODERADO. Impacto de magnitud media sobre recursos de un valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.

6.12. VARIABLE RUIDO

Otra alteración producida por la presencia de la maquinaria y acciones de la obra será el aumento en los niveles de ruido y vibraciones de la zona. Las características del efecto dependen directamente de la motorización de las máquinas (camiones, grúas móviles, hormigoneras, cucharas, etc.), que suelen ser de tipo diésel, cuya velocidad del giro del motor es menor y las componentes de baja frecuencia mayoritarias. Esto, unido al factor de compresión, mucho mayor en este tipo de máquinas, genera unos niveles de ruido considerables. No obstante, los efectos comentados se verán atenuados debido principalmente a la dispersión de las obras, en un entorno abierto, que favorecerá la difusión y asimilación de este tipo de contaminación.

La normativa vigente a este respecto es la siguiente:

- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE núm. 52 de 01/03/02) y su modificación por Real Decreto 524/2006, de 28 de abril (BOE núm. 04/05/06). Estas normas incorporan en su anexo unas potencias acústicas admisibles en función de la potencia de la maquinaria. Se encuentran reguladas las emisiones sonoras procedentes de máquinas compactadoras, grúas de torre, montacargas, motovolquetes, niveladoras, grúas móviles, etc. Corresponde al fabricante o representante autorizado de la maquinaria cumplir con los requisitos impuestos por la normativa europea y transpuesta al ordenamiento español a través de las normas citadas.
- Los límites legales establecidos a nivel estatal mediante el *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas* (BOE núm. 257 de 23/10/07). El Anexo II de la norma establece los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes (se considera, en este caso, con predominio de suelo residencial en 65 dB(A) durante el día y la tarde y 55 en la noche. Consecuentemente el Anexo III establece para sectores del territorio con predominio del suelo de uso residencial los siguientes valores límites de inmisión: 60 dB(A) en día y tarde y 50 dB(A) durante la noche.

Una vez establecido el marco legal para evaluar la incidencia debe identificarse a los receptores del efecto producido por ruido y vibraciones de las obras de ampliación del dique exento, distinguiéndose a:

- Los propios operarios y trabajadores, pero éstos deben estar bien equipados y con los EPIs correspondientes, según la normativa.
- Las viviendas más cercanas, situadas localizados a unos 100 metros del área de trabajo. A esta distancia puede calcularse el Nivel de Presión Sonora (NPS) para distintos tipos de máquinas, utilizando el siguiente algoritmo que considera la onda sonora propagándose a través de una atmósfera homogénea, desestimándose la pérdida por atenuaciones (situación más crítica):

$$NPS_1 = NPS_2 - 20 \text{ LOG } (r_1/r_2)$$

Siendo NPS₁: NPS a una distancia r₁ y NPS₂: NPS a una distancia r₂.

Para este cálculo y con el objetivo de fijar los valores de base de las fuentes emisoras, se ha utilizado como criterio los estándares que marca la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU., para lo que se ha consultado el manual “Environmental Impact Assessment” de Larry W. Canter de la Universidad de Oklahoma, obteniéndose:

Tabla 76. NPS en la zona de viviendas más cercana al foco emisor

Maquinaria	(*) NPS a 15 m del foco emisor (dB(A))	Distancia al foco emisor (m)	NPS en el lugar considerado (dB(A))	NPS marcado por la legislación estatal (dB(A))		NPS marcado por la legislación autonómica (dB(A))	
				Horario diurno	Horario nocturno	Horario diurno	Horario nocturno
Compresores	82	100	65,52	60	50	40	30
Grúas	80		63,52				
móviles							
Camiones	85		68,52				
Hormigoneras	80		63,52				

Como se observa, a la distancia considerada, el ruido generado por la maquinaria supera los 60 dB(A) establecidos por la legislación estatal. Sin embargo, este hecho no es demasiado relevante porque se evalúa el nivel de presión sonora que se alcanzará en las viviendas cuando las máquinas se encuentren trabajando, preferentemente en horario diurno, sin tener en cuenta el efecto de amortiguación de la atmósfera y el transporte de las ondas sonoras por el viento. Asimismo, no se tiene en cuenta el enmascaramiento del ruido por el propio generado por el área residencial. Con ello, el efecto percibido por los receptores será menor que el calculado. Además, la alteración se confina al plazo de construcción de los espigones, descartándose la aparición de efectos acumulativos porque no todos los vehículos se encontrarán operando al mismo tiempo (cada acción concreta precisará un tipo de máquina específica).

Con todo ello, el efecto se califica de negativo pero de importancia muy baja, dado lo limitado en el tiempo de la actuación y la capacidad de recuperación de los niveles de ruido basales o preoperacionales.

6.13. VARIABLE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

En el caso del Espacio Natural “Costes del Maresme” es un impacto de intensidad baja ya que sólo afecta a las especies bentónicas indirectamente, a través de la dispersión de finos.

Por otro lado las comunidades neríticas, dada su movilidad, durante la fase de afectación más intensa pueden migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables. En cuanto a las planctónicas, existe una alta posibilidad de recuperación para estas poblaciones debido a su elevada capacidad de adaptación y regeneración.

El impacto es NULO / SIN IMPACTO: es un impacto de magnitud baja sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación a medio plazo.

6.14. VARIABLE CALIDAD DE VIDA Y EMPLEO

En la fase de construcción pueden identificarse afecciones tanto de carácter negativo como positivo. Las primeras, centradas sobre el factor Calidad de Vida, vendrán dadas por las desprendidas de las acciones de las obras en sí, como son ruido, vibraciones, emisiones de gases, interferencia en el campo visual de observadores, alteraciones temporales del paisaje, etc., cada una de las cuales han sido valoradas en su epígrafe correspondiente. Todos estos efectos pueden repercutir en los habitantes de esta zona o en aquellas personas que se acerquen a la playa en el momento de la construcción. Sin embargo, el carácter de entorno abierto (espacio marítimo-litoral) de la zona atenuará, en gran medida, algunos efectos, al igual que las condiciones climáticas.

En la misma línea, se encuadrarían las alteraciones sobre el paisaje derivadas de la presencia de las obras, si bien también se analizó en el Medio Perceptual que sólo se visualizarán desde las primeras casas o desde la propia playa.

Sintetizando lo comentado, los efectos de signo negativo sobre la Calidad de Vida pueden considerarse poco significativos por los motivos anteriormente referidos, lo cual queda avalado por la temporalidad de las obras y su localización en el espacio.

En cuanto a las repercusiones de carácter positivo, éstas se producirán sobre el Empleo. Efectivamente, la actuación precisará tanto maquinaria como mano de obra y suministro de materiales (material de cantera). Estos aspectos afectarán directamente a la población con edad laboral del sector de la construcción y técnicos industriales, siendo éstos, por ello, los mayores beneficiados. Esta demanda de operarios y técnicos de construcción se verá sensiblemente incrementada mientras duren las obras, por lo que, aunque positiva, no se debe olvidar su carácter temporal.

Para sintetizar, los efectos del proyecto sobre la variable evaluada pueden considerarse negativos en esta fase sobre la CALIDAD DE VIDA, pero de baja intensidad por la temporalidad de las obras y trabajos constructivos a los que se asocian las molestias que pueden desprenderse sobre las personas. Por otro lado, el efecto sobre el EMPLEO es positivo opero de media intensidad por la temporalidad de las actuaciones.

Durante la fase de funcionamiento se verá un impacto positivo de baja intensidad sobre la calidad de vida por el efecto de incremento de la playa y reducción del riesgo de erosión.

6.15. MEDIO CULTURAL

No se va a realizar el dragado en zona con restos arqueológicos ni en ninguna zona de servidumbre arqueológica.

Se realizará un estudio más exhaustivo en este sentido en la zona de dragado. Si se evidencia algún resto, se paralizarán los dragados.

6.16. MATRIZ DE IMPACTOS

La caracterización y valoración completa de todos los impactos se ha resumido en forma de una matriz que se presenta en la tabla siguiente.

En dicha tabla la “x” indica la caracterización del impacto considerado principal y la “0” la del impacto secundario. El impacto principal es el finalmente considerado en su evaluación.

Elementos receptores de impacto		Carácter		Tipo		Duración		Momento			Reversibilidad					Intensidad o Magnitud			Acumulación			Periodicidad		Continuidad		Probabilidad				Valor del recurso afectado			Valoración de los impactos				
		Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	A corto plazo	A medio plazo	A largo plazo	Reversible	Irreversible	Recuperable a corto plazo	Recuperable a medio plazo	Irrecuperable	Baja (mínima)	Media (Moderada)	Alta (notable)	Simple	Acumulativo	Sinérgico	Periódico	Irregular	Continuo	Discontinuo	Cierto	Probable	Improbable	Desconocido	Alto	Medio	Bajo	Sin impacto o nulo	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
Aire	Alteración de la calidad atmosférica		x	x		x		x			x		x			x				x	x		x		x					x			x				
Agua	Incremento de la turbidez de la columna de agua		x	x	0	x		x			x		x			x			x	0	x		x		x					x				x			
	Alteración de la calidad química del agua		x	x	0	x		x			x		x			x			x	x		x	x				x			x				x			
Sedimento	Modificación de la batimetría y naturaleza del sustrato	x	0	x	0	0	x	x			x		x			x				x	x		x		x					x				x			
Dinámica litoral	Afección a la dinámica litoral	x		x			x		x			x		x		x			x			x		x	x					x				x			
Comunidades plantónicas y bentónicas	Afección a las comunidades plantónicas y neríticas	0	x		x	x		x			x		x			x			x	x	x		x				x			x				x			
	Afección a las comunidades bentónicas	0	x	x			x	x				x	0	x			x		x		x		x		x						x				x		
Especies y hábitats protegidos	Afección a la tortuga boba y Cymodocea nodosa		x		x	x			x		x		x			x			x	x	x		x				x			x				x			
	Afección a la Posidonia		x	x	0	0	x	x	0		0	x	0	x		x			x	0	0	0	x	x		x				x				0	x		
Paisaje	Alteración del paisaje	0	x	x			x			x		x	x			x			x			x		x		x				x				x			
Ruido	Alteración de la calidad acústica		x	x		x		x			x		x			x				x	x		x		x					x				x			
Espacios naturales protegidos	Afección a los Espacios naturales protegidos		x		x	x			x		x		0	x		0	x			x		x		x			x				x			x			
Calidad de vida y empleo	Alteración de las actividades recreativas y de ocio	x	0	x			x	x			0	x	0	x		0	x		x	0		x		x		x					x		0		x		
	Alteración a los recursos pesqueros	0	x		x			x			x		x			x			x			x		x				xs		x				x			
Patrimonio histórico.	Alteración al patrimonio histórico		x	x			x	x				x		x		x			x				x		x			x		x					x		

Nota: la “x” indica la caracterización del impacto considerado principal y la “0” la del impacto secundario

9.1. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS SOBRE LA DINÁMICA LITORAL.

Todas las medidas preventivas y reductoras han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.

9.2. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS SOBRE LA GENERACIÓN RESIDUOS

9.2.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las **escolleras necesarias para la obra deberán obtenerse de una cantera legalizada**, que dispongan de un plan de restauración del medio. En consecuencia, las comunidades vegetales que puedan quedar destruidas a consecuencia de la extracción de los materiales necesarios para la obra deberán compensarse a través de la replantación de especies autóctonas de acuerdo con el programa aprobado.

En caso de que sea necesario, **se dispondrá de una zona impermeable para el acopio provisional de las tierras contaminadas accidentalmente**, que pasarán a considerarse como residuos peligrosos.

Los residuos de construcción y demolición se gestionarán según lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Los RCD se destinarán, preferentemente, y por este orden a operaciones de reutilización, reciclado y otras formas de valorización, y si esto no es posible, a vertederos controlados debidamente autorizados. Quedan exceptuadas las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse fehacientemente su destino.

No se realizarán operaciones de limpieza, engrase o mantenimiento de maquinaria ni de los vehículos empleados en la realización de las obras en el área de actuación. Estas operaciones, salvo casos de urgencia o por la seguridad del personal, deberán realizarse en talleres e instalaciones adecuadas para ello fuera de la zona de estudio al objeto de evitar contaminar o afectar de cualquier modo la calidad del suelo y las aguas superficiales y submarinas.

Habilitación de una zona de almacenamiento temporal de residuos. Estará acondicionada convenientemente para tal fin y dotada de contenedores adecuados a la cantidad y tipología de los residuos generados durante la misma con especial atención a los inertes (RCD), fracciones valorizables y los residuos Peligrosos.

Los residuos generados durante la obra serán gestionados mediante el establecimiento de contratos con gestores autorizados para los distintos tipos de residuos.

Se establecerán medidas de reducción en la generación de residuos: Se contemplarán una serie de medidas de gestión ambiental de los productos a utilizar en obra, que fomentarán su reutilización posterior contribuyendo así a la reducción de los residuos generados.

El contratista redactará un plan de gestión de residuos que deberá ser aprobado por la dirección de obra.

Se realizará una limpieza final de la zona de obras. La limpieza y adecuación del terreno consistirá en la eliminación, incluyendo la recogida y transporte a vertedero, de todos los residuos de naturaleza artificial existentes en la

zona de actuación. Esta limpieza se realizará antes y después de la ejecución de las tareas de restauración, mediante el uso de medios mecánicos en las áreas que reúnan las condiciones de acceso. En el resto de la superficie afectada se acude a la limpieza manual. La finalización de las obras debe incluir el cumplimiento de un Plan de Desmantelamiento de todas las instalaciones auxiliares provisionales, de los tramos de caminos que hayan quedado fuera de servicio, de las soleras, etc.

9.2.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

Recuperación y adecuación ambiental de la franja litoral afectada por las obras, zonas de acopio y vías de tránsito una vez concluidas las obras:

- Retirar todos los residuos de obra, realizándose una limpieza exhaustiva del entorno.
- Escarificar la totalidad de la parcela a fin de restaurar aquellas zonas que han sido compactadas por el paso de vehículos pesados.

9.3. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

9.3.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Elección de itinerarios asfaltados para el transporte de materiales

Los caminos de acceso a la obra aprovecharán los viales de acceso existentes a la playa.

Se minimizará la afección producida por el acceso de vehículos y de materiales a las obras, para lo cual se hará un análisis detallado de los accesos y los itinerarios de circulación de los vehículos de obra, así como de las restricciones horarias de éstos, en coordinación con el Ayuntamiento de Cabrera de Mar.

Todos los vehículos pesados, susceptibles de afectar a la calidad del aire o que puedan ocasionar vertidos, circularán con sus debidas protecciones para evitar emisiones de partículas y derrames.

Riego o humectación de las zonas de obra, áreas con movimiento de tierras y caminos de rodadura asfaltados y no, para reducir la creación de polvo.

En las operaciones que requieren movimiento de tierras secas y movimiento de vehículos y maquinaria por caminos sin asfaltar con presencia de material fino, se procederá periódicamente a realizar riegos con agua no potable mediante camión cisterna o similar a fin de evitar el levantamiento y dispersión de material polvoriento. El riego con agua tiene una eficacia del 84% y el 56% para las partículas totales e inhalables respectivamente. Será necesario sobre todo en el periodo seco. Los riegos serán de aproximadamente 2,5 L/m².

Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión.

Las medidas preventivas a adoptar por todos los vehículos y maquinaria de obra con motores de combustión serán las preceptivas para cada tipo, en cuanto a los programas de revisión y mantenimiento que el fabricante especifique.

Independientemente, y antes del comienzo de las obras, se asegurará que todos estos vehículos y maquinaria garanticen, mediante las revisiones pertinentes, los siguientes aspectos: Ajuste correcto de los motores, Potencia de la

máquina adecuada al trabajo a realizar, Estado correcto de los tubos de escape y Empleo de catalizadores. No se permitirá el trabajo de maquinaria o vehículos de obra que no tengan validadas las ITV.

Se tendrán al día y en regla, por parte del Jefe de obra, todos los registros de las inspecciones de los vehículos de obra que pertenezcan al parque de maquinaria al objeto de tener garantizada la baja emisión de gases contaminantes como CO₂, NO_x, HC, Pb, etc.

Limpieza de los lechos de polvo en las calzadas colindantes a las zonas de obra donde se hayan depositado.

Los posibles lechos de polvo acumulado en las carreteras circundantes de acceso al entorno de la zona de actuación se retirarán a medida que se vayan produciendo, manualmente o con maquinaria adecuada. De esta manera se evitará tanto, la presencia de suciedad como el riesgo de creación de nubes de polvo por el tránsito de vehículos.

Empleo de toldos en los camiones o riegos del material transportado susceptible de crear pulverulencias o pérdidas de material en sus recorridos.

Con el objeto de evitar el deterioro de la calidad del aire por la creación de polvos al transportar el material, se procederá a la colocación en todos los camiones de toldos convenientemente ajustados que eviten la pérdida de dicho material o que el viento arrastre las partículas más pequeñas poniéndolas en suspensión en el entorno con las consiguientes inconveniencias y molestias.

9.3.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

No se contemplan medidas a este respecto.

9.4. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LA HIDROLOGÍA

9.4.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Control de las operaciones de vertido y enrasado del camino de acceso a los espigones, y del vertido del material del espigón, al objeto de evitar el deterioro de la calidad de las aguas por turbidez y contaminación.

Respecto a las operaciones de preparación del camino de acceso, éstas se realizarán adecuando la tipología del mismo al tipo de fondo de manera que genere la mínima turbidez. Las actuaciones de balizamiento, movimiento de equipos marinos, medios de remolque, etc., deben seguir las instrucciones relativas a seguridad marítima y prevención de la contaminación de la Capitanía Marítima.

Los trabajos de vertido en la playa deberán seguir el procedimiento estipulado en el artículo 131 de la *Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de Régimen Económico y de Prestación de Servicios de los Puertos de Interés General*.

Durante el vertido, personal técnico cualificado en medio ambiente vigilará la correcta ejecución de las operaciones. Durante las obras se vigilará la resuspensión de los sedimentos y en caso de que se originen condiciones de turbidez excesiva se paralizarán las labores que dan lugar a la misma hasta que los parámetros se normalicen.

En cuanto al vertido de contaminantes diversos y aguas residuales durante las obras, se hace necesario minimizar los riesgos estableciendo una red de control de calidad durante y después de la actuación, con especial interés en evitar vertidos accidentales.

Control de la contaminación por vertidos desde tierra

Las medidas relativas a la protección de la calidad de las aguas durante la fase de construcción, frente a vertidos que tengan su origen en la obra y en las instalaciones de obra serán las siguientes:

- Todas las operaciones de lavado de maquinaria se llevarán a cabo dentro de las instalaciones construidas con este fin.
- Se plantea el vertido de las aguas residuales domésticas a la red de saneamiento pública local.
- Gestión de combustibles y lubricantes. Para evitar vertidos incontrolados durante el repostaje y los cambios de lubricantes de la maquinaria estos se desarrollarán en puntos específicos externos a la obra, perfectamente equipados y autorizados.

La utilización de embarcaciones y de medios auxiliares han de cumplir la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (MARPOL).

Tener localizadas las barreras de contención de contaminación por HC más próximas. Si no existen se deben adquirir y tenerlas en el puerto de operaciones.

9.4.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

No se contemplan medidas a este respecto.

9.5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LOS SEDIMENTOS

9.5.1. FASE DE DISEÑO

La principal medida preventiva se ha introducido a nivel de Proyecto en el que se ha optimizado y minimizado las mediciones de arena y escollera y la superficie a ocupar. El hecho que en el Proyecto se haya optimizado el volumen de materiales a emplear y que éstos tengan muy poco porcentaje de finos es muy positivo para moderar el impacto residual.

9.5.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se identifican las siguientes medidas preventivas y reductoras:

- Al ser un impacto de carácter transitorio, la intensidad se relaciona directamente con la duración de la obra. Debe procurarse, por tanto, utilizar medios de capacidad suficiente para que se reduzca el plazo de ejecución.
- Uso de barreras antiturbidez para la extracción de arenas y la realización del vertido en la playa a regenerar, para impedir de este modo la dispersión de finos hacia profundidades mayores, limitando espacialmente la zona afectada por la turbidez.

- Se recomienda que las obras tengan lugar preferentemente en otoño e invierno, fase con menor interferencia sobre las variables ambientales. No obstante, no se considera una condición determinante en función de la evaluación de impacto.
- Se suspenderá la aportación de materiales a la playa en condiciones de agitación del mar que incremento significativamente la distancia de transporte de la pluma.
- Se considera que las operaciones debieran suspenderse a partir de alturas de ola significativa $>1,5$ m.
- La draga de succión en marcha deberá incluir las válvulas antiturbidez o “green valve” (TSHD en sus siglas en inglés), para que la entrada de aire en el rebose se reduzca significativamente y se reduzca la turbidez. Como resultado el rebose con sedimentos en suspensión desciende directamente al lecho marino y no queda en suspensión por burbujas de aire.
- Instalación de un sistema automático de control de turbidez próximo a la zona de extracción (campo cercano, medio y lejano) con el objetivo de que los valores altos de turbidez producidos por la dispersión de finos durante la extracción no lleguen a alcanzar la ZEC. Para ello se plantea llevar a cabo tanto un control de la turbidez en campo cercano, medio y lejano a tres profundidades (superficial, media y a 2 metros del fondo). A su vez se llevará el control en una zona de no afección. De este modo podrá comprobarse si las elevadas concentraciones de turbidez producidas en un determinado momento son única y exclusivamente debidas a la extracción del material. En caso de que esto sea así, las operaciones de dragado, se propone que se suspendan en cualquiera de las siguientes situaciones: o Concentraciones de 9 NTU en los sensores del campo medio durante más de 3 horas. o Concentraciones de 2 NTU detectado en los sensores del campo lejano (zona limítrofe de la ZEC) durante más de 3 horas.
- Control de la calidad química de las aguas de mar mediante el análisis de distintos parámetros, para verificar que se cumple con el RD817/2015 y no afecta a los usos que sustenta o bien, que no existe más de un 20% de desviación respecto a las condiciones de referencia iniciales.
- Utilizar los medios adecuados que provoquen la menor resuspensión posible de sedimentos al medio. En general, el vertido de materiales se realizará con aquellas técnicas y medidas que minimicen al máximo la dispersión de los finos en el medio.
- Control del material vertido para la construcción del espigón, al objeto de que esté libre de sustancias contaminantes y materia orgánica. Con el objeto de evitar la alteración del fondo marino y los sedimentos, se procederá a realizar un control sobre los materiales que se empleen para las operaciones de construcción de los espigones, para evitar cualquier tipo de contaminación ocasional del fondo marino con presencia de materia orgánica y potencialmente componentes que por su naturaleza supusiesen un posible contaminante químico o biológico del fondo marino.

9.6. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS MARINAS/ESPECIES PROTEGIDAS

9.6.1. FASE DE DISEÑO

El Proyecto: contiene medidas preventivas del impacto:

- Optimización del diseño reduciendo el volumen de escollera.
- Reduciendo al máximo el volumen de arena que debe extraerse.
- Utilización de canteras con proyecto de restauración. Esta medida es una medida compensatoria de la biomasa perdida.

9.6.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Delimitación y balizamiento exacto de la zona de obras. Se procederá a delimitar y controlar el perímetro de actuación, comprobando que no se afectan las comunidades bentónicas ambientalmente más valiosas.

Se proponen las siguientes medidas adicionales, encaminadas a **evitar la dispersión y transporte de los materiales finos**, que ayudan a mitigar el impacto sobre las comunidades bentónicas. Todas las medidas ya identificadas en el caso de los impactos sobre la calidad física y química del agua.

Las medidas para reducir la afección de las comunidades plantónicas son las siguientes: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación.

Las medidas para reducir la afección a la Cymodocea nodosa: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación .

Las medidas para reducir la afección a especies protegidas (**tortuga boba, Posidonia O.**) Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación.

Paralización de las obras en caso de avistamiento de ejemplares de algún ejemplar de tortuga boba en el entorno de la obra.

Las medidas para reducir la afección al resto de especies dentro de los Espacios Naturales Protegidos: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación

9.7. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO PAISAJÍSTICO

9.7.1. FASE DE DISEÑO.

Las principales medidas reductoras del impacto han sido introducidas a nivel de Proyecto:

- Diseño de la actuación con dimensiones reducidas.
- Diseño de obras de defensa con baja cota de coronación.

9.7.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Mimetización de las instalaciones de obra y creación de pantallas visuales que oculten sus vistas, en el caso en que se ubican en áreas visualmente accesibles lo haga necesario.

Se procederá a la ocultación de las instalaciones auxiliares de obra más visibles, en caso de que la Dirección Ambiental de la obra lo estime conveniente. Para ello se procederá a la implementación de pantallas mimetizadas.

Uso de arena del mismo color a la existente actualmente en la playa a regenerar.

Limpieza de la obra.

Obtención de los materiales en una cantera autorizada de modo que disponga de plan de restauración que permita corregir las alteraciones producidas por la obra.

9.8. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO ACÚSTICO

9.8.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN

La ejecución de las obras contempladas en este proyecto no supone una amenaza grave a la calidad acústica del entorno, ya que se ejecutarán sobre terrenos abiertos. En cualquier caso, como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Para ello se plantean una serie de medidas básicas:

Los procesos de carga y descarga se acometerán sin producir impactos directos sobre el suelo, tanto del vehículo como del pavimento, y se evitará el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Se verificará el mantenimiento correcto de la ficha de inspección técnica de vehículos a toda la maquinaria que vaya a ser empleada y la homologación en su caso de la maquinaria respecto al ruido y vibraciones.

Se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la *Directiva 2000/114/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000*.

Se limitará la realización de trabajos que impliquen utilización y movimientos de maquinaria o vehículos pesados, en los horarios y prescripciones marcadas por la legislación autonómica en vigor, y las ordenanzas del municipio afectado.

Para evitar molestias por vibraciones, toda la maquinaria contará con sistemas de amortiguación precisos para minimizar la afección. El contratista deberá utilizar compresores, gánguiles y grúas de bajo nivel sónico, revisando y controlando periódicamente los silenciadores de los motores de la maquinaria de obras, utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de los volquetes.

Se analizará la posibilidad de limitar el número de máquinas que trabajen simultáneamente, así como el control de la velocidad de los vehículos de obra en la zona de actuación. Esta medida se tendrá en cuenta cuando los niveles sonoros de inmisión en el ambiente exterior superen los niveles máximos permisibles.

9.9. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA

9.9.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN

Evitar llevar a cabo las obras de vertido en playa en los meses estivales. Al objeto de no afectar al uso de la playa en los meses estivales se propone evitar la construcción de los espigones en julio y agosto.

Realización de un Plan de Transporte de los Materiales. Este Plan tratará de evitar en la medida de lo posible la afección a la población de Cabrera de Mar con molestias referidas al tráfico de vehículos, congestión de los mismos, niveles de ruido, contaminación atmosférica., etc.

Promoción y activación de la mano de obra local o regional para incrementar la población activa de la zona de estudio. Aunque no es constitucional limitar el empleo a la mano de obra local, se propiciará en lo posible por parte de la Dirección de Obra y el contratista, el empleo de personal de la zona, mediante la introducción entre los criterios de valoración para la adjudicación de la obra y sus trabajos subcontratables, el de la presencia real en la zona.

Aplicación de medidas genéricas para atenuar en lo posible el deterioro del confort ambiental del entorno de la actuación.

Con el objeto de paliar el deterioro de la calidad ambiental derivado de las obras de construcción, se aplicarán todas las medidas referidas a emisión de polvos, partículas en suspensión y ruidos. Su cumplimiento dependerá del Jefe de Obra, quien será el responsable, bajo las indicaciones de la Dirección ambiental, de que todas las medidas correctoras ya mencionadas se apliquen y supongan una atenuación real de los efectos perniciosos que implica la obra sobre los habitantes del área afectada.

No se deberá olvidar asimismo la restitución de todos los posibles servicios afectados por las obras como luz, agua, gas, teléfono, etc.

Con respecto a la alteración de los **recursos pesqueros**, las medidas reductoras más eficaces han sido introducidas a nivel de Proyecto: minimización de los volúmenes de arena y escollera, por lo que se reduce sensiblemente la intensidad de los impactos sobre el medio marino y, con ello, sobre los recursos pesqueros. Además son eficaces todas las medidas, ya descritas, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, tanto por sus efectos físicos como químicos. Como medidas específicas se proponen las siguientes:

- Realizar las obras preferiblemente en la época con menor interacción con la explotación de los recursos.
- Reducción del plazo de ejecución mediante el uso de medios potentes ya que se trata de un impacto de carácter temporal.
- Dar aviso a las Cofradías de Pescadores que tienen su actividad en la zona a fin de que procedan a retirar los artes con anterioridad al inicio de las obras.

9.10. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS

Desarrollar un programa de vigilancia ambiental de la obra que procure el control del hallazgo de restos arqueológicos.

10. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

De forma general, un Plan de Vigilancia Ambiental tiene por objeto desarrollar el seguimiento y control de los aspectos medioambientales del proyecto, estableciendo así un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y la Declaración de Impacto Ambiental. El Plan de Vigilancia debe permitir la valoración de aquellos impactos que son difícilmente cuantificables en la fase de estudio, y si fuera necesario, diseñar nuevas medidas correctoras para éstos. Debe constituirse como una herramienta que permita gestionar con anticipación el devenir ambiental de la obra, previendo aquellas incidencias potenciales que puedan implicar retrasos o alteraciones significativas del calendario y planificación de la obra. E incluso tener previstas estrategias que permitan ofrecer respuestas inmediatas y reacciones ágiles ante acontecimientos inesperados con implicaciones medioambientales de difícil previsión.

Por otro lado, el Plan de Vigilancia Ambiental debe contener las directrices a seguir para la realización de las inspecciones de campo y trabajos de gabinete pertinentes para asegurar que, en todo momento, las empresas implicadas y profesionales competentes en la materia, cumplan los aspectos ambientales y las condiciones aplicadas al proyecto de obra. Por último, el Plan de Vigilancia Ambiental se indicará el proceso de seguimiento de las actuaciones del proyecto, a la vez que se describirán los tipos de informes, su frecuencia y su período de emisión.

A continuación se han detallado todos y cada uno de los controles a realizar, haciendo hincapié en aspectos fundamentales como la localización y periodicidad de los mismos, los resultados obtenidos, la redacción de informes, etc.

10.1. OBJETIVOS GENERALES

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras establecidas en este Documento Ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras ejecutadas. En el caso de que se consideren ineficaces, se deberán plantear medidas adicionales y analizar las causas de esas ineficiencias.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto que teóricamente generará la actuación, de acuerdo con lo expuesto en esta memoria, y el real, producido durante la ejecución de la obra y su posterior evolución.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación llevada a cabo anterior a la ejecución de la obra, es decir a nivel de redacción de esta memoria. Por lo tanto, una de las funciones fundamentales del Programa de Vigilancia Ambiental es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica, a continuación, las medidas correctoras oportunas.

- Establecer procedimientos de medida, muestreo y análisis que permitan la caracterización ambiental y monitorización de la zona de influencia del proyecto, tanto en estado preoperacional (medidas de estado cero), como durante el proceso de implantación y las obras.
- Ofrecer al titular del proyecto un método sistemático, eficaz, sencillo, económico y técnicamente viable de vigilancia ambiental de las acciones del proyecto.
- Describir el tipo de informes que han que realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.
- Disponer, en definitiva, de una dirección ambiental que asesore a la dirección de obra y que tenga como función controlar el cumplimiento de las condiciones del PVA contenidas en el estudio de impacto ambiental y en la declaración de impacto, incluida la planificación y organización conjunta con la Dirección de Obra.

10.2. RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

La responsabilidad de la puesta en práctica del presente Plan de Vigilancia Ambiental y, por tanto, del cumplimiento, control y seguimiento de las medidas protectoras y correctoras recae sobre el órgano que ejerce la titularidad del proyecto, en este caso la Dirección General para la Sostenibilidad de la Costa y el Mar. Ésta podrá realizar esta labor con personal propio o externo que se responsabilizará de ejecutar el Plan de Vigilancia Ambiental y de realizar las siguientes tareas:

- Verificar la evaluación inicial de los impactos previstos y comprobar el seguimiento de la evolución de la calidad de los principales vectores ambientales implicados en las obras.
- Controlar la aplicación de las medidas correctoras previstas para el proyecto, así como el cumplimiento de las condiciones recogidas en la DIA y que tienen su reflejo en el PVA correspondiente.
- Proponer la redefinición de nuevas medidas correctoras en el caso de ineficacia de las actuaciones previstas o por aparición de efectos difíciles de prever.
- Detectar la aparición de impactos no deseables controlando todas las operaciones posibles y focos puntuales de contaminación originados a consecuencia de las actividades de la obra, anticipándose a la aparición de los efectos y proponiendo, siempre que la ocasión lo permita, medidas de carácter protector antes que las de carácter corrector.
- Actualizar del programa de Indicadores Ambientales, sustituyendo aquellos complejos, costosos o difíciles de calcular, por otros más adecuados y versátiles.
- Realizar los informes del Programa de Vigilancia Ambiental y remitirlos al Órgano Ambiental competente.
- Coordinar el seguimiento de las mediciones.

Por su parte, la empresa constructora (contrata) tiene que tener un **Responsable Técnico de Medio Ambiente** que se hará responsable de la ejecución de las medidas correctoras y de facilitar a la Dirección Ambiental del proyecto la información y medios necesarios para aplicar eficazmente el Plan de Vigilancia Ambiental, así como para elaborar los

informes periódicos necesarios que serán facilitados a la Dirección Ambiental. De la misma forma, el Responsable Técnico de Medio Ambiente de la contrata deberá asegurarse de que la labor de los subcontratados también cumpla las medidas correctoras establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

El Responsable Técnico de Medio Ambiente, en el caso de detectar alguna anomalía en la aplicación de las medidas correctoras o algún impacto no previsto en el Estudio de Impacto Ambiental, deberá comunicarlo a la Dirección Ambiental del proyecto que será la responsable de tomar las medidas oportunas para mitigarlo y de ponerlo en conocimiento del Órgano Ambiental competente.

Para que la labor de la persona responsable de la Dirección Ambiental del proyecto sea realmente efectiva debe haber una buena comunicación entre ésta y la Dirección Técnica del proyecto, la cual deberá estar informada de todo lo relativo al Plan de Vigilancia Ambiental y de proporcionar a la Dirección Ambiental la información que le sea necesaria (cronograma de los trabajos a realizar, peticiones de material, lugares de deposición de residuos, personas responsables de cada labor o fase del proyecto, etc.).

10.3. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Con carácter previo al comienzo de las obras, la empresa constructora entregará al titular del proyecto un Manual de Buenas Prácticas Ambientales. Estas buenas prácticas incluirán una serie de prácticas respetuosas con el medio ambiente, que no requieren cambios tecnológicos ni interferencias en los procesos productivos, producen rápidos y sorprendentes resultados, son de bajo coste, involucran a todo el personal de la obra e incrementan la productividad y la calidad. Este manual incluirá una serie de técnicas de minimización y medidas tomadas por la Dirección de Obra y el Responsable Técnico de Medio Ambiente con las que se pretende reducir los efectos sobre el medio ambiente de las tareas de ocupación y transformación del suelo, de utilización de recursos, y de generación de residuos y vertidos líquidos.

El contenido mínimo del Manual serán las siguientes prescripciones:

- Prácticas de control de residuos y basuras. Se explicitará específicamente las tareas de gestión y control de aceites usados, latas, envolturas de materiales de construcción, tanto plásticos como madera, etc.
- Actuaciones prohibidas, mencionando específicamente la realización de hogueras, vertidos de aceites usados, aguas de limpieza de hormigoneras, escombros y basuras, etc., haciendo especial referencia al control de los vertidos al medio marino.
- Prácticas de conducción y/o navegación, velocidades máximas, obligatoriedad de circular únicamente por los caminos y viales de accesos señalados en el Proyecto y navegar por las rutas que se dispongan (para evitar efectos indirectos), etc.
- Evitar ocupar y/o discurrir por las áreas definidas como zonas de no invasión (zonas de sensibilidad ambiental y/o social).

- Realización de un Diario Ambiental en el que se registrarán las personas responsables de realizar cada una de las operaciones ambientales programadas y el seguimiento de las mismas. La responsabilidad de la elaboración de este Diario recaerá en el Responsable Técnico de Medio Ambiente.

Este Manual deberá ser aprobado por la Dirección Ambiental de Obra y difundido a todo el personal.

10.4. ASPECTOS E INDICADORES SOMETIDOS A VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se establecen los aspectos que serán objetos de vigilancia, así como las acciones de seguimiento y control para cada una de ellas. Del mismo modo, se establecen los criterios e indicadores que se utilizarán para realizar el seguimiento de su aplicación. Las medidas y controles a los que se refiere cada uno de los siguientes apartados para cada variable afectada, se desarrollarán con la periodicidad que se marca en cada caso, con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún accidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible en la variable en cuestión.

El Plan de Vigilancia Ambiental ha quedado estructurado en tres apartados principales:

- Antes del inicio de las obras
- Durante la ejecución de las obras
- Tras la finalización de las obras
- Plan de vigilancia específico durante las operaciones de traslado del material y construcción de los espigones.

10.4.1. ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

La Dirección Ambiental deberá revisar el marco normativo ambiental (comunitario, estatal, autonómico y municipal) que es de aplicación en la obra.

La Dirección Ambiental deberá revisar y emitir informe de valoración del Programa de Actuaciones Medioambientales del Contratista para comprobar que se incluyen todas las medidas de carácter ambiental definidas en el Pliego de Ejecución de Obras, Estudio de Impacto Ambiental, Declaración de Impacto Ambiental y Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

Planificación metodológica del funcionamiento de la Dirección Ambiental.

El contenido de esta tarea abarcará como mínimo los siguientes ámbitos:

- Elaboración de un cronograma detallado que se adapte al Programa de Obras.
- Elaboración de un cuadro resumen que confronten las operaciones de vigilancia y sistemas de control con la programación de las acciones.
- Definir la situación, características y viabilidad técnica de las estaciones de control de calidad de agua, de observación rutinaria del estado de la obra (incluye el control del transporte y la comprobación de la correcta gestión de residuos), etc.
- Trabajos de integración en el esquema organizativo del control ambiental de obra y, en concreto, de coordinación con la Dirección de Obra.
- Control de las medidas protectoras y correctoras
- Determinación de la periodicidad de los informes, que serán de carácter mensual, salvo los informes especiales y específicos.
- Determinación de los canales de comunicación frente a situaciones de no conformidad. Se definirán los mecanismos de toma de decisiones ante emergencias ambientales (Plan de Emergencia Ambiental).

Establecimiento de un calendario de obra.

CALENDARIO DE ACTUACIONES EN LA FASE DE OBRA

SEMANALMENTE

- Visita a las obras.
- Calidad de las aguas en el ámbito de las obras. Observación visual.
- Control del estado de los viales de acceso a la obra.
- Programa de riegos y limpieza mecánica de viales.
- Control de los movimientos de tierras/arenas.
- Control de las operaciones de transporte.
- Control del aforo de vehículos.
- Control de la implementación de medidas correctoras.
- Control de que las operaciones se realizan en todo momento dentro del área balizada y que se impide el vertido clandestino de materiales ajenos a la obra.
- Control de que no se realizan labores de mantenimiento de maquinaria en la obra y en el caso de que se disponga de una zona para ello, que ofrezca las garantías suficientes.
- Control y Protección del Patrimonio Arqueológico, si así lo decide la administración competente en materia de bienes culturales.
- Redacción del informe diario del Plan de Vigilancia Ambiental
- Reportaje fotográfico.
- Control de vertidos de aguas.
- Verificación de la correcta gestión de los residuos y su adecuación al Plan de Gestión de Residuos y a la normativa sectorial vigente.
- Comprobación de itinerarios.

MENSUALMENTE

- Redacción del informe de desplazamiento de vehículos.

CALENDARIO DE ACTUACIONES EN LA FASE DE OBRA

- Control de que toda la maquinaria utilizada en la obra cumple las especificaciones comunitarias en cuanto a emisión de contaminantes y ruidos.
- Recopilación de datos relativos a los indicadores ambientales y comprobación de su eficacia y utilidad.
- Procedimientos ambientales.
- Edición del informe mensual.
- Recopilación de la información meteorológica y atmosférica.

ANUALMENTE

- Seguimiento medioambiental de la Playa de Cabrera de Mar mediante levantamientos topobatimétricos y toma de muestra granulométricas (máximo 5 años).

Revisión de los Planes de Gestión Ambientales (PGA) propuestos por los diferentes contratistas.

Los Contratistas deberán disponer de un sistema de gestión ambiental según la norma UNE-ISO-14001 en sus conceptos ambientales y en los metodológicos, así como los procedimientos definidos por el sistema de calidad, certificados por la norma UNE-ISO-9001. Se tendrá que adaptar su sistema al Plan de Gestión Ambiental de la obra al inicio de esta.

El contenido básico que se considera, como propuesta, que ha de tener el Plan de Gestión Ambiental es el siguiente:

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- INTRODUCCIÓN
 - Objetivo del Plan
 - Estructura del Plan
 - Descripción del ámbito o del Plan
- SISTEMA DE GESTIÓN MEDIAMBIENTAL
 - Introducción
 - Componentes del SGA

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- Sistema de gestión documental
- Prácticas operacionales: Medidas correctoras
- Modelo de impactos potenciales
- MEDIDAS EN LA FASE PREVIA DE OBRA
 - Comisión de seguimiento ambiental
 - Formación del personal
 - Ubicación de accesos
 - Ubicación de las instalaciones auxiliares
 - Ubicación de préstamos, vertederos y zonas de acopio
 - Documentación de elementos catalogados
- MEDIDAS EN FASE DE OBRA
 - Seguimiento ambiental
 - Medidas correctoras de protección del medio
 - Medidas preventivas
- GESTIÓN DE RESIDUOS
 - Introducción
 - Gestión de residuos de envases industriales
 - Gestión de residuos tóxicos y peligrosos
 - Residuos sólidos urbanos
 - Sistema de clasificación de residuos
- MEDIDAS EN FASE DE CLAUSURA
 - Clausura y restauración de préstamos y vertederos
 - Restauración de caminos de acceso
 - Restauración de la zona de instalaciones auxiliares

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- MEDIDAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN
 - Programa de vigilancia ambiental
 - Mantenimiento y conservación de los espigones y la playa.

Elaboración de un Plan de Gestión de Residuos

El Plan de Gestión de Residuos debe asegurar, como mínimo lo siguiente, referido tanto a residuos peligrosos, como no peligrosos así como a Residuos de Demolición y Construcción (estos últimos de acuerdo al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de Residuos de Demolición y Construcción):

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por [Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos](#), o norma que la sustituya
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del [artículo 5](#).
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

De forma particular, deberá de redactarse el correspondiente Manual de Minimización de Residuos encargado de analizar los tipos de residuos cuya producción sea más probable para, posteriormente, proceder a la descripción de las mejores técnicas para su minimización y gestión. Así, los residuos que, de forma preliminar, cuentan con una mayor probabilidad de producción serán:

- Residuos de Construcción y Demolición
- Residuos No Peligrosos
- Residuos Peligrosos

Por último, se hará especial hincapié en la localización de la Zona o Zonas de Almacenamiento Temporal de Residuos, donde deberán localizarse los contenedores que faciliten su recogida selectiva, y en el establecimiento de los controles necesarios que se llevará a cabo sobre la producción y gestión de los mismos.

Definición de los valores de referencia.

Será necesaria la definición, con el conjunto de la información disponible, de unos valores de referencia que permitan el seguimiento en el tiempo de los impactos asociados a las obras.

Los valores de referencia se considerarán como los valores para establecer las comparaciones necesarias que permitan evaluar la suficiencia o insuficiencia de las medidas correctoras aplicadas. La eficacia de las medidas correctoras se establecerá en función de los cambios experimentados en los valores de calidad del medio frente a los valores de referencia.

La determinación de estos valores es una tarea compleja en la que deben tenerse en cuenta diversas herramientas y aproximaciones que no sólo permitan obtener una imagen real del estado preoperacional sino, sobre todo, posibiliten mecanismos de alerta durante el desarrollo de las obras frente a posibles incumplimientos.

En función de los resultados de la campaña preoperacional, se definirán unos valores de referencia que en algunos ámbitos serán los legislativos (calidad atmosférica y ruidos, por ejemplo) mientras que en otros en los que no hay regulación (calidad química del agua) se definirán a partir de toda los antecedentes disponibles y la información contenida en el estudio de impacto ambiental.

Con carácter general, el valor de las diferentes variables controladas durante el programa de vigilancia no podrá superar en más de un 80% de las situaciones el umbral definido en los valores de referencia. Si esto ocurre, deberán definirse unas medidas correctoras adicionales.

Análisis de la idoneidad de los accesos provisionales a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población residencial cercana.

- Se controlarán periódicamente los niveles de emisión de toda la maquinaria utilizada según lo establecido en la Directiva 92/97/CEE.
- Se limitará el número máximo de camiones que pueden circular por las vías de acceso a la zona de obras a fin de no superar el umbral de valores de referencia propuestos.
- Se estudiarán las vías de acceso a la obra y los horarios de trabajo, con el objetivo de minimizar el impacto sobre la población, favoreciendo los medios marítimos para el transporte del material de obra.
- Se definirán los programas de riego y barrido de viales en función de los niveles de contaminación atmosférica

Comprobación de que los pescadores de la zona han retirado los artes (nasas y trasmallos) de la zona de obras

10.4.2. FASE DE OBRA

En las canteras:

- **Comprobación de que las canteras para la obtención de préstamos están legalizadas de acuerdo con la normativa que es de aplicación. Revisión de los planes de restauración.**
- **Comprobación de que la calidad de los materiales destinados a la obra y de que el porcentaje de finos es inferior al 5 %**

Control de todas las operaciones relacionadas con el movimiento de materiales, como la vigilancia de la aplicación de todas las medidas preventivas de impacto (camiones con la carga cubierta, riego y limpieza de viales, etc.).

Se deberá analizar la idoneidad de los accesos provisionales a obra. Para ello, los contratistas facilitarán a la Dirección Ambiental información de la entrada y salida de los materiales de obra en relación con los siguientes aspectos:

- Vías de acceso.
- Horario de paso de vehículos.
- Frecuencia diaria de camiones.
- Acondicionamiento de los viales de acceso.
- Mantenimiento propuesto de caminos y viales.

La **periodicidad** de estos controles será SEMANAL, siendo uno de los parámetros de seguimiento, el conteo del número de desplazamientos de vehículos pesados con origen/destino a las obras.

Control de que la maquinaria y medios auxiliares, terrestres y marítimos, dispone de medidas anticontaminantes y cumplen las especificaciones establecidas a nivel de impacto ambiental.

Control de la gestión de los residuos, sólidos y líquidos, generados en la obra y control de la Zona o Zonas de Almacenamiento Temporal de Residuos.

Con periodicidad SEMANAL se deberá llevar a cabo la inspección relativa al control sobre la gestión de residuos. Se acometerán, al menos, las siguientes acciones:

- Recopilación de la documentación relativa a los residuos generados por la empresa contratista y subcontratistas, haciendo hincapié sobre la producción, gestión y destino de los mismos.
- Comprobación directa del estado de las obras en lo referente a los residuos, destacándose el estado de la zona de almacenamiento y sobre todo las incidencias que potencialmente pudieran ocasionarse.

Control de vertidos a las aguas

Se verificará que no se producen vertidos de ningún tipo (accidentales o incontrolados) a la lámina de agua. Se prestará especial atención a posibles derrames de combustibles, aceites y/o lubricantes, estando su control basado en la exhaustiva revisión del espejo de agua afectado por las obras. Este tipo de sustancias son fácilmente controlables e identificables al quedar sobre la superficie. No obstante, deberá prestarse especial atención a aquellos vertidos de aguas contaminadas que no presentan estas propiedades, como por ejemplo las residuales o las que contengan productos químicos. La actuación de control deberá realizarse de forma inmediata, activándose un sistema de emergencia que potenciará el control y vigilancia sobre el suceso acaecido, el cual estará activo hasta que se solventa la situación y se vuelva a la situación de normalidad.

Adicionalmente se mantendrá un control visual permanente durante las operaciones de colocación de escollera y aportación de arena, al objeto de verificar que no se produce un incremento sustancial de la turbidez en la zona, y en todo caso, que estos episodios son limitados temporal y espacialmente.

Balizamiento de la zona de aportación y de dragado mediante boyas con el fin de que en todo momento sea posible comprobar si las operaciones se llevan a cabo en su totalidad en la zona recomendada.

Comprobación de los perfiles batimétricos de la zona de aportación y de dragado de la cartografía biónómica a fin de certificar que la zona de está completamente libre de cualquier impedimento de tipo ambiental.

Control de que la descarga de los materiales se realiza de forma apropiada, procurando la sedimentación de los finos con anterioridad a su empuje hasta el agua.

Control de que el dragado y descarga de los materiales se realiza con la presencia de barreras antiturbidez y se cuenta con la presencia en obra de las barreras contra hidrocarburos.

Control continuado en la zona de dragado y de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación

- Referencia de la zona de descarga.
- Control de la pluma de dispersión de finos durante las maniobras de dragado y de vertido/aportación de materiales a la playa (persistencia y dirección).
- Seguimiento de la evolución de la calidad del agua de acuerdo con el programa de muestreo

Control topo-batimétrico continuo de la zona de dragado y de vertido a fin de conocer su evolución: grado de uniformidad en el material depositado y reducción de los calados a medida que avance el vertido de materiales.

Control de la posible aparición de restos arqueológicos o del patrimonio histórico, comunicando inmediatamente el hallazgo a las autoridades competentes.

Control de la deposición de correcta de los excedentes de tierras y de los materiales no aptos.
Cumplimiento de las condiciones para la gestión de tierras

Control de que la empresa adjudicataria de las obras no realiza mantenimientos de maquinaria en la parcela y que, en cualquier caso, dispone de los elementos necesarios para evitar que las averías produzcan contaminación en el medio.

Control de la gestión de los residuos líquidos y sólidos realizados durante las obras. Control de la ubicación y usos de almacenes

Control permanente de la calidad de las variables del medio terrestre que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre	
Contaminación acústica	<p>1 estación de control en la zona de construcción de cada espigón y 1 estación en la zona de vertido de arenas. Se controlan las siguientes variables</p> <p>Nivel de presión sonora continuo</p> <p>equivalente ponderado A (LAeq)</p> <p>Nivel máximo (LAMáx)</p> <p>Nivel mínimo (LAMín)</p> <p>Niveles percentiles</p>
Contaminación atmosférica	<p>Se coloca una estación en la zona de obras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de partículas en Suspensión (1 muestra/semanal)

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre

	<ul style="list-style-type: none">Determinación de partículas sedimentables (1 muestra/mensual)
--	---

Control permanente de la calidad de las variables del medio marino que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua

Estaciones	Tres: <ul style="list-style-type: none">1 en la zona de dragado.1 en la zona de descarga.1 de contraste fuera de la zona de influencia.
Número de niveles	Tres (superficie, medio y fondo)
Frecuencia de muestreo	Turbidez: diaria (sólo superficie) Completo de agua: semanal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none">perfiles de temperatura y salinidadpenetración de la luz (disco de Secchi)turbidezmaterias en suspensiónDBO5oxígeno disuelto y porcentaje de saturacióntres metales pesados (los de mayor concentración relativa/más tóxicos)

Control de la calidad del sedimento.

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento

Estaciones	Una en la zona de dragado.
Frecuencia del muestreo	Quincenal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none">GranulometríaPotencial redoxContenido en materia orgánicaCarbono y nitrógeno totalesIndicadores de contaminación fecalMetales pesados

Control de eventuales aterramientos en la zona de *Cymodocea Nodosa* y de *Posidonia Oceanica*

Mensualmente se efectuará una grabación de la zona junto a la obra en la que se ha detectado presencia de *Cymodocea Nodosa*, y la zona con *Posidonia Oceanica* con objeto de apreciar eventuales aterramientos pese a las medidas mitigadoras incorporadas (barreras anticontaminación).

10.4.3. FASE DE FUNCIONAMIENTO

Seguimiento ambiental de la playa

El seguimiento ambiental de la playa se llevará a cabo para conocer en qué plazos se han conseguido las posiciones de equilibrio de la playa. Contemplará las siguientes acciones:

- Levantamiento topobatimétrico.
- Toma de muestras de arena (granulometrías).

Periodicidad

Anual hasta la estabilización de la playa. Estas acciones se desarrollarán al menos una vez al año y en un periodo máximo de cinco años, a contar desde la finalización de la construcción de los espigones.

10.5. REVISIONES

El Programa de Vigilancia Ambiental en su conjunto, y de forma específica, los controles diseñados para cada variable, debe ser sometido a revisiones periódicas al objeto de constatar su eficacia.

La Dirección Ambiental será el responsable de evaluar la capacidad del Plan para lograr los objetivos previstos y proponer los cambios necesarios en los informes descritos anteriormente.

10.6. DOCUMENTACIÓN

Con objeto de estructurar adecuadamente la información generada y facilitar su archivo y consulta, se diseña el consiguiente sistema de almacenaje de datos, resultados e informes a utilizar durante la asistencia a la dirección ambiental en la elaboración del proyecto.

Esta información debe recoger todas las incidencias medioambientales a fin de tener una información detallada en cada momento de la situación actual del desarrollo de la misma. Estos informes serán elaborados por el Director Ambiental de Obra y remitidos periódicamente al Órgano Ambiental competente antes, durante y después de la ejecución de la obra.

A grandes rasgos, la información se estructurará en dos grandes bloques principales, los cuales quedarán interrelacionados entre sí de la forma establecida en el procedimiento correspondiente.

10.6.1. BLOQUE 1. LIBRO DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL (LSA)

El LSA será el encargado de recopilar toda la información generada a partir de los controles de tipo específico, y especiales. Contará con una presentación en forma de fichas integradoras en la que primará la claridad en la exposición, la brevedad (será escueto y conciso) y la facilidad de consulta y manejo. Para cumplir con estas premisas, el LSA contará con dos apartados vinculados entre sí.

A. Registro General de Actuaciones Medioambientales (RGAM)

Este registro contendrá las fichas generales donde se especifica el alcance de cada una de las actuaciones de seguimiento y monitorización ambiental de todas las etapas del proyecto. En las fichas se especificarán los siguientes campos:

- Actuación.
- Fase del Proyecto.
- Nº de Registro.
- Fecha.
- Metodología a utilizar.
- Descripción de la Actuación.
- Observaciones/Necesidades.
- Apartado de Firmas (3).

Una vez finalizada la actuación o comenzado su seguimiento, la ficha deberá quedar rubricada por el jefe de obra (o en su defecto el responsable de MA de la obra) y por el director de la asistencia ambiental.

B. Registro de Fichas de Monitorización (RFM)

Este registro debe contener la totalidad de las fichas originales de monitorización elaboradas a pie de campo. Lógicamente, cada una de ellas debe tener su referente en una de las fichas incluidas en el RGAM. Así puede decirse que el RGAM describe y concreta las actuaciones de seguimiento y monitorización a desarrollar durante la vigilancia y el RFM recoge los datos específicos obtenidos para cada una de ellas.

El diseño de estas fichas dependerá de la monitorización a realizar por lo que los modelos variarán dependiendo de ello.

10.6.2. BLOQUE 2. INFORMES DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS (IPR)

Estos IPR serán los que deberán ser remitidos de forma periódica a la empresa adjudicataria a fin de poner en su conocimiento el estado ambiental de la obra, el alcance de las actuaciones medioambientales, las incidencias detectadas y todos aquellos aspectos considerados de interés en el transcurso del periodo incluido en el informe. De esta manera, los IPR deberán ser de tres tipos diferentes, dependiendo del objeto final de los mismos. Así, se establecen los siguientes:

IPR Generales

Incluirán los resultados obtenidos de la monitorización rutinaria de las actuaciones incluidas en el RGAM. Además recogerá, si procede, las principales conclusiones obtenidas de los IPR Específicos y Especiales que a continuación se detallan. Su periodicidad será mensual.

IPR Específicos

Se redactarán para aquellas actuaciones que presenten una independencia propia relativa a los resultados y conclusiones a obtener. Así, quedarían encuadrados en ellos, informes como el de caracterización preoperacional de materiales de playa para el porte según las DGAMA, de caracterización preoperacional de la calidad hidrológica, de patrimonio histórico, etc., y todos aquéllos que se consideren oportunos abordar de forma extraordinaria. Su periodicidad, lógicamente, no queda establecida.

IPR Especiales

Se elaborarán en el momento en que se detecte alguna anomalía de entidad que suponga una variación en la monitorización y seguimiento establecido y genere la puesta en marcha de medidas adicionales de vigilancia. Su periodicidad, lógicamente, no queda determinada.

Por último, toda esta documentación deberá contar con la presentación adecuada para que la empresa adjudicataria pueda a su vez remitirlos a los organismos ambientales competentes u otras entidades que soliciten información al respecto.

10.7. PRESUPUESTO

El presupuesto ha sido estimado a partir de un plazo de ejecución de las obras de 9 meses. Durante este tiempo, el programa de vigilancia ambiental, según lo descrito, constará de:

- Participación de personal: un director ambiental (con dedicación del 20%), un técnico que supervise todos los días que la ejecución de las obras se realiza conforme a lo establecido en el PVA (con dedicación del 50%) y personal técnico de apoyo para realizar los trabajos de campo.
- Analíticas y trabajos de campo (incluyendo tanto las previas a la obra, las que deben realizarse durante las obras y las de la fase operacional).
- Edición de informes mensuales

En la Tabla siguiente se incluyen las cantidades detalladas para cada una de las partidas que componen el Programa de Vigilancia Ambiental:

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 IMPACTO AMBIENTAL									
SUBCAPÍTULO 01.01 MEDIDAS GENERALES									
01.01.01	mes Alquiler contenedor RCD 6 m³								
	Alquiler contenedor RCD 6 m³.								
	Meses de contenedor	1	8,00			8,00			
							8,00	90,61	724,88
01.01.02	m³ Riego, carga/descarga D<= 3 km								
	2.5 l - 0.0025 m3								
	2.5 l / superficie	1	2,50	65,11		162,78			
							162,78	6,50	1.058,07
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MEDIDAS GENERALES									1.782,95
SUBCAPÍTULO 01.02 BARRERA ANTITURBIDEZ									
01.02.01	m Barrera antiturbidez								
	Suministro y colocación de lámina separadora antiturbidez de filtro de polipropileno incluidos embarcación auxiliar, boyas para flotación y lastres de extendido, colocada por tramos. Incluidos todos los trabajos y conceptos necesarios para su completa ejecución (combustibles, seguros, personal, etc.).								
	Tamaño 250 m.	1	400,00			400,00			
							400,00	105,67	42.268,00
01.02.02	ud Traslado barrera								
	Operación de traslado de lámina separadora antiturbidez de filtro de polipropileno incluidos embarcación auxiliar y resto de medios. Incluidos todos los trabajos y conceptos necesarios para su completa ejecución (combustibles, seguros, personal, etc.).								
	Longitud de playa de 1135 m. con vertido	1	5,00			5,00			
							5,00	871,18	4.355,90
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 BARRERA ANTITURBIDEZ.....									46.623,90
SUBCAPÍTULO 01.03 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL									
APARTADO 01.03.01 PERSONAL TÉCNICO									
01.03.01.01	mes Director ambiental								
	Director ambiental, titulado superior con más de 10 años de experiencia, dedicación estimada del 20% y emisión de informes.								
	Meses según plan de obra	1	8,00			8,00			
							8,00	1.826,59	14.612,72
01.03.01.02	mes Técnico vigilancia ambiental								
	Técnico a pie de obra, titulado superior, con al menos 5 años de experiencia en la vigilancia ambiental. Dedicación estimada del 20% .								
	8 meses de duración según plan de obra	1	8,00			8,00			
							8,00	1.048,47	8.387,76
01.03.01.03	mes Arqueólogo prevención arqueológica								
	Arqueólogo para seguimiento de la fase de extracción y del vertido. Dedicación al 20% y emisión de informes.								
	Meses extracción y vertido	1	8,00			8,00			
							8,00	1.916,41	15.331,28
01.03.01.04	mes Edición de informes mensuales								
	Técnico especializado para unificación, revisión y edición de informes mensuales. Dedicación estimada del 5% .								
	Duración de la obra según el plan de obra	1	8,00			8,00			
							8,00	262,12	2.096,96
TOTAL APARTADO 01.03.01 PERSONAL TÉCNICO.....									40.428,72

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 01.03.02 TRABAJOS DE CAMPO									
01.03.02.01	u Levantamiento y comprobaciones topobatemétricas y bionómicas								
	Levantamiento y comprobaciones topobatemétricas en fase operacional, junto a comprobación de la cartografía bionómica, mediante filmación submarina o inmersión de buceadores especializados, antes de iniciar la extracción y una vez finalizada la misma. Incluyendo medios humanos, técnicos y materiales. Se incluye barco.								
	Zona de aportación y extracción	1	2,00			2,00			
							2,00	14.252,08	28.504,16
TOTAL APARTADO 01.03.02 TRABAJOS DE CAMPO.....									28.504,16
APARTADO 01.03.03 MUESTREOS Y ANALÍTICAS									
SUBAPARTADO 01.03.03.01 FASE PREVIA									
01.03.03.01.01	u Movilización de medios humanos y técnicos								
	Movilización de medios humanos y técnicos para la realización de campañas.								
		1	1,00			1,00			
							1,00	2.036,01	2.036,01
01.03.03.01.02	u Medios auxiliares								
	Embarcación para realización de campañas. 1 día.								
		1	1,00			1,00			
							1,00	4.072,03	4.072,03
01.03.03.01.03	u Ensayos de calidad química de la columna de agua y turbidez								
	Parámetros a determinar: Oxígeno disuelto, Nitratos, nitritos, Amonio, Nitrógeno, Materias en suspensión, Clorofila, PAH's, PCB's Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos fecales, Materia orgánica, DBO5. Medición de perfiles de turbidez en toda la columna y Disco de Secchi.								
		1	16,00			16,00			
							16,00	381,75	6.108,00
01.03.03.01.04	u Ensayos de caracterización granulométrica, fisico-química y biol								
	Se incluye: análisis granulométrico, metales pesados + arsénico, COT, Materia orgánica, PCV, HAP's, TBT, Contaminación fecal, para caracterización conforme a la ITEA 2015 y a las Directrices de dragado.								
		1	21,00			21,00			
							21,00	526,31	11.052,51
01.03.03.01.05	u Ensayos de contaminación atmosférica								
	Se determina las partículas en suspensión y partículas sedimentables.								
		1	8,00			8,00			
							8,00	71,26	570,08
01.03.03.01.06	u Ensayos de contaminación acústica								
	Se incluye: Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq), nivel máximo (LA-Máx), nivel mínimo (LAMin), niveles percentiles.								
		1	8,00			8,00			
							8,00	71,26	570,08
01.03.03.01.07	u Ensayos sobre el medio biológico								
	Composición, abundancia, riqueza, diversidad y presencia de especies indicadoras.								
		1	9,00			9,00			
							9,00	193,42	1.740,78
TOTAL SUBAPARTADO 01.03.03.01 FASE PREVIA.....									26.149,49

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBAPARTADO 01.03.03.02 FASE CONSTRUCTIVA									
01.03.03.02.01	u Movilización de medios humanos y técnicos								
	Movilización de medios humanos y técnicos para la realización de campañas.								
		1	1,00			1,00			
							1,00	2.036,01	2.036,01
01.03.03.02.02	u Medios auxiliares								
	Embarcación para realización de campañas. 1 día.								
		1	4,00	12,00		48,00			
							1,00	4.072,03	4.072,03
01.03.03.02.03	u Ensayos de calidad química de la columna de agua y turbidez								
	Parámetros a determinar: Oxígeno disuelto, Nitratos, nitritos, Amonio, Nitrógeno, Materias en suspensión, Clorofila, PAH's, PCB's Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos fecales, Materia orgánica, DBO5. Medición de perfiles de turbidez en toda la columna y Disco de Secchi.								
		1	3,00	3,00	8,00	72,00			
							72,00	381,75	27.486,00
01.03.03.02.04	u Ensayos de caracterización granulométrica, fisico-química y biol								
	Se incluye: análisis granulométrico, metales pesados + arsénico, COT, Materia orgánica, PCV, HAP's, TBT, Contaminación fecal, para caracterización conforme a la ITEA 2015 y a las Directrices de dragado.								
		1	2,00	2,00	8,00	32,00			
							32,00	526,31	16.841,92
01.03.03.02.05	u Ensayos de contaminación atmosférica								
	Se determina las partículas en suspensión y partículas sedimentables.								
		1	4,00	1,00	8,00	32,00			
		1	8,00			8,00			
							40,00	71,26	2.850,40
01.03.03.02.06	u Ensayos de contaminación acústica								
	Se incluye: Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq), nivel máximo (LA-Máx), nivel mínimo (LAMin), niveles percentiles.								
		1	3,00	2,00	8,00	48,00			
							48,00	71,26	3.420,48
01.03.03.02.07	u Ensayos sobre el medio biológico								
	Composición, abundancia, riqueza, diversidad y presencia de especies indicadoras.								
		1	3,00	3,00	8,00	72,00			
							72,00	193,42	13.926,24
01.03.03.02.08	u Control topobatemétrico continuo (Extracción y aportación)								
	Control topobatemétrico continuo de la zona de extracción y de vertido a fin de conocer su evolución.								
		1	8,00			8,00			
							8,00	17.815,12	142.520,96
TOTAL SUBAPARTADO 01.03.03.02 FASE CONSTRUCTIVA.....									213.154,04

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBAPARTADO 01.03.03.03 FASE OPERACIONAL								
01.03.03.03.01	u Ensayos de calidad química de la columna de agua y turbidez Parámetros a determinar: Oxígeno disuelto, Nitratos, nitritos, Amonio, Nitrógeno, Materias en suspensión, Clorofila, PAH's, PCB's Coliformes totales, Coliformes fecales, Estreptococos fecales, Materia orgánica, DBO5. Medición de perfiles de turbidez en toda la columna y Disco de Secchi.	1	3,00			3,00		
							3,00	381,75
								1.145,25
01.03.03.03.02	u Ensayos sobre el medio biológico Composición, abundancia, riqueza, diversidad y presencia de especies indicadoras.	1	3,00			3,00		
							3,00	193,42
								580,26
01.03.03.03.03	u Control geofísico Incluye batimetría, relieve, granulometría y contenido en materia orgánica del sedimento junto a inspecciones visuales.	1	3,00			3,00		
							3,00	22.714,28
								68.142,84
TOTAL SUBAPARTADO 01.03.03.03 FASE OPERACIONAL								69.868,35
TOTAL APARTADO 01.03.03 MUESTREOS Y ANALÍTICAS								309.171,88
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 PLAN DE VIGILANCIA								378.104,76
TOTAL CAPÍTULO 01 IMPACTO AMBIENTAL								426.511,61
TOTAL								426.511,61

11. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

11.1. INTRODUCCIÓN

El objeto del proyecto es mantener una playa con estabilidad de una anchura en torno a sesenta metros y la mejora de los accesos y de la accesibilidad a lo largo de la playa.

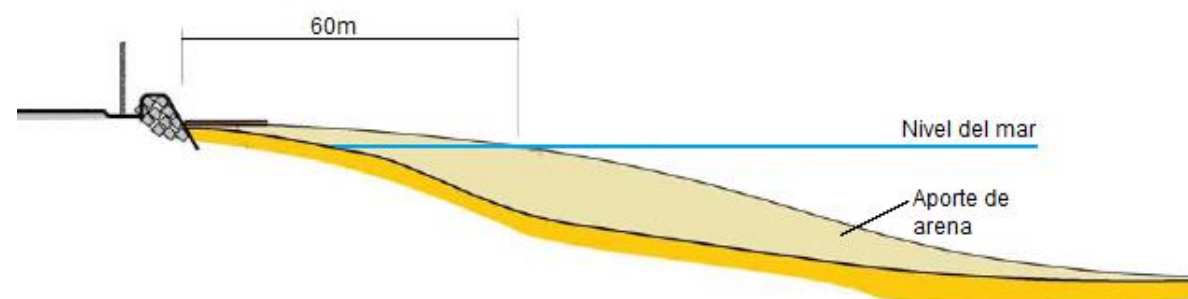


Figura 157. Sección planteada para las playas regeneradas

El proyecto objeto de este documento consiste en la incorporación y acondicionamiento de terrenos procedentes del dragado en la zona de Cabrera de Mar para la estabilización de dicha playa, en la comarca de Maresme (Barcelona). En esta obra se incluye, además, la construcción de tres espigones para la protección de dicha playa.

El tramo de costa denominado Zona de Actuación en este proyecto se sitúa entre los puertos de Mataró y Premià, concretamente en el frente costero de Cabrera de Mar, unos 1590 m a levante del espigón de Llevant de Vilassar de Mar.



Figura 158. Situación de la zona de actuación

La zona de estudio comprende todo el tramo de costa de aproximadamente 7.3 km, entre los puertos de Mataró y Premià, cubriendo un área poligonal de en torno a 1630 ha, desde la cota 0 hasta la batimétrica -20 m (línea de cierre). Esta zona de estudio corresponde a lo que se entiende como todo el sistema litoral donde se incluye la zona de actuación.



Figura 159. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sónar

11.2. OBJETO

El objeto de este Estudio de Impacto Ambiental es dar respuesta a los requisitos en cuanto a contenido y estructura establecidos por el artículo 45 de la Ley 21/2013.

11.3. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA.

Es necesario tramitar la Evaluación Ambiental Simplificada al encontrarse dentro del anexo II grupo 7, al construir tres espigones y realizar un dragado mayor de 500.000 m³ según Ley 21/2013, de 9 diciembre, de Evaluación Ambiental.

11.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el término municipal de Cabrera de Mar (Barcelona).

El tramo de costa denominado Zona de Actuación en este proyecto se sitúa entre los puertos de Mataró y Premià, concretamente en el frente costero de Cabrera de Mar, unos 1590 m a levante del espigón de Llevant de Vilassar de Mar.



Figura 160. Situación de la zona de actuación

La zona de estudio comprende todo el tramo de costa de aproximadamente 7.3 km, entre los puertos de Mataró y Premià, cubriendo un área poligonal de en torno a 1630 ha, desde la cota 0 hasta la batimétrica -20 m (línea de cierre). Esta zona de estudio corresponde a lo que se entiende como todo el sistema litoral donde se incluye la zona de actuación.



Figura 161. Zona de estudio (polígono de borde amarillo): topografía, batimetría y sonar

11.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El ámbito de actuación está comprendido entre el espigón de levante de Vilassar de Mar y el Torrent Meniu en Cabrera de Mar. Los procesos erosivos han afectado a la playa de Cabrera de Mar, perdiendo completamente la zona de playa seca en la parte norte del proyecto.

El objeto del proyecto consiste en regenerar la playa para que esta mantenga una anchura de 60 metros entre el espigón de levante de Vilassar de Mar y el Torrent Meniu. Para ello, se propone una alimentación artificial con sujeción de la arena mediante estructuras que reduzcan la energía del oleaje. La opción más efectiva se valora en el Anejo 09 Estudio de Alternativas, siendo la elegida la construcción de tres espigones a lo largo de la zona de actuación.

La zona de aporte de arena será de 1135 metros desde el espigón construido en la zona del levante del proyecto. Habrá que realizar un aporte de 569.438,50 m³ de arena (al que hay que aumentar un factor de sobrellenado $C = 1.2$, obteniendo 683.326,20 m³) para mantener el ancho de la playa. Para lograrlo, se utilizará draga succionadora de un yacimiento marino denominado ZP_B11_Z2 (según el estudio de "Ampliación del estudio Geofísico Marino hasta profundidad de 100 metros entre el puerto de Barcelona y Portbou, realizado por la UTE Geomytsa y Proes), situada entre el Puerto de Badalona y el Puerto de Masnou. Esta zona para extraer el material tiene una superficie aproximada de 2.323.849 m², se encuentra a una distancia de 12 kilómetros de la zona de aportación y a 5 km de su costa más próxima, a una profundidad entre las cotas -48 metros y -55 metros. La zona de extracción tiene un espesor medio de 12 metros.

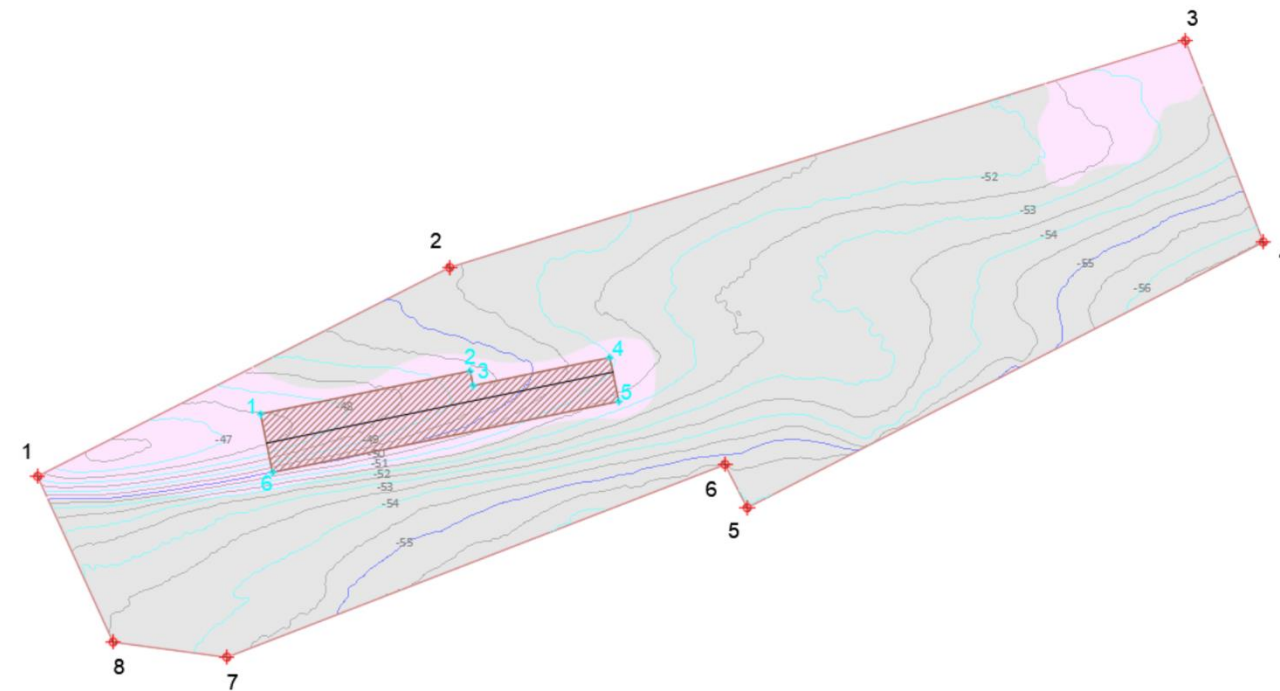


Figura 162. Zona de extracción con zona principal de dragado

PUNTOS REPLANTEO			PUNTOS ZONA EXTRACCIÓN		
Nº Punto	Coord. X	Coord. Y	Nº	Coord. X	Coord. Y
1	441614.773	4585841.663	1	442213.600	4586009.072
2	442721.727	4586402.402	2	442776.899	4586124.479
3	444698.943	4587011.551	3	442784.927	4586085.293
4	444908.169	4586470.708	4	443152.297	4586160.558
5	443521.472	4585757.482	5	443176.381	4586043.000
6	443461.757	4585873.584	6	442245.713	4585852.328
7	442122.915	4585356.196			
8	441817.442	4585396.874			

Figura 163. Coordenadas de ubicación zona de extracción y zona de dragado

Para la regeneración de la playa, se rellenarán los primeros 65 metros de playa a una cota de 2,50 metros, para descender progresivamente hasta encontrar el perfil nativo de la playa. Tras el aporte de arena, está sufriendo una recolocación natural por gravedad y oleaje, de forma que se reducirán estos 65 metros de arena depositada hasta los 60 metros de anchura para la playa.

En la siguiente figura, se representa el perfil de la playa nativo y tras el aporte de arena.

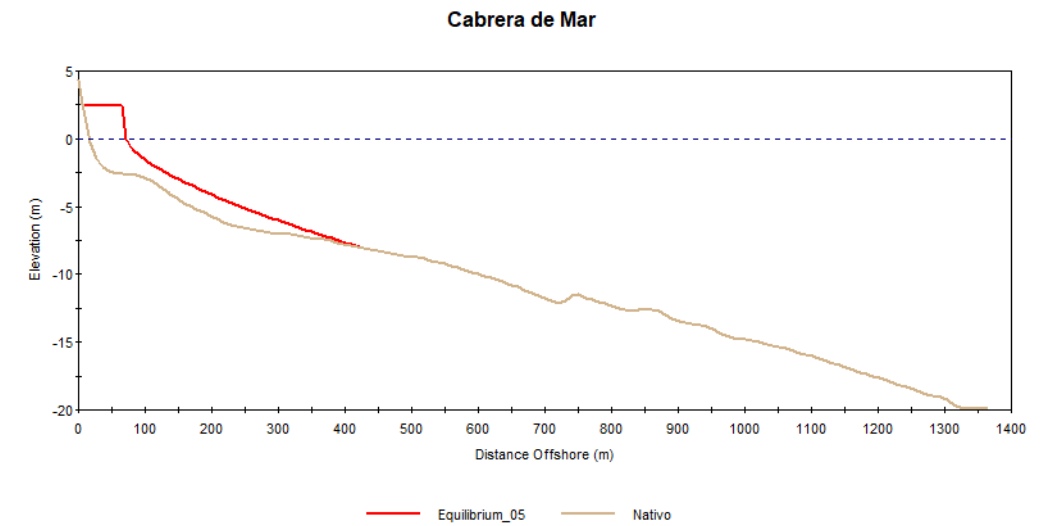


Figura 164. Perfil nativo y de aporte

Para el estudio de los espigones, se ha realizado un análisis dimensional y se han estudiado distintos factores que afectan la estabilidad hidráulica del manto, la altura de ola de cálculo, la densidad relativa sumergida de las piezas y el talud. Para los diques no rebasables se ha analizado el ángulo de incidencia, la profundidad relativa a pie de dique, colocación de las piezas permeabilidad del núcleo y de otras capas granulares. Este estudio se encuentra realizado en el anejo 14 Cálculos justificativos y estructurales.

Los espigones arrancan con una orientación casi ortogonal a la línea de costa actual. Estarán situados a la cota máxima de la playa regenerada, minimizando en lo posible el empotramiento en la playa seca.

En avance, se ejecutará un camino formado por todo en uno y geotextil para dotarlo de mayor estabilidad estructural de 6 metros de ancho en coronación hasta la longitud de morro, siendo quitado en retirada mediante pala giratoria, para la colocación de las diferentes capas que protegen al núcleo.

El espigón 1, es el situado más al oeste de los 3 que se construyen. Tiene una longitud hasta el pie de talud del morro de 174,90 metros. Con una forma similar, el espigón 2 se situó en la parte central de la zona de actuación. Tiene una longitud de 149,50 metros, está situado a 390 metros del espigón 1 y a 305 metros del espigón 3.

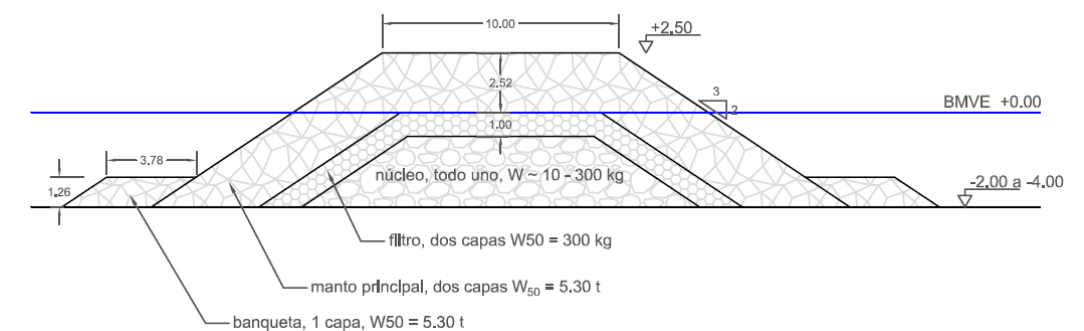


Figura 165. Sección tipo de los espigones 1 y 2

El espigón 3, situado en la zona más oriental del proyecto, es el de mayor dimensión de los tres que se realizan. Tiene una longitud de 244,39 metros y una sección variable, estando los primeros 96 metros emergidos a una cota de coronación de 2,50 metros, para después pasar a secciones de -1, -3 y -5 metros de coronación respectivamente.

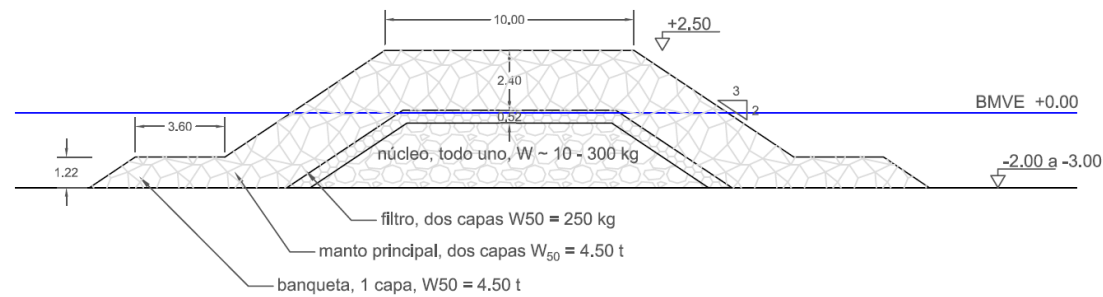


Figura 166. Sección tipo del espigón 3 parte emergida

Finalmente obteniendo una superficie de playa seca nueva en la zona de actuación de 65.110 m² repartidos en los 1.135 metros donde se actúa dentro de los 1.660 metros que separan ambos límites de la zona de actuación.

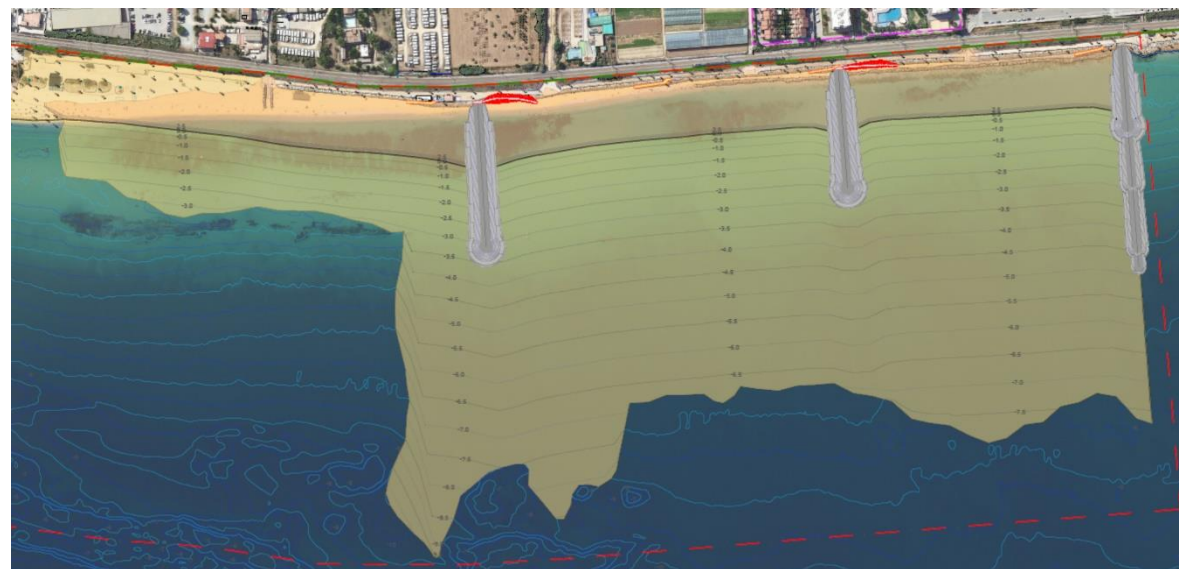


Figura 167. Representación de la playa regenerada y los nuevos espigones

Una vez descritas las diferentes partes que van a conformar las obras de este proyecto, se plantea el procedimiento de ejecución de las mismas, describiéndose a continuación el faseado de las obras.

Se han contemplado 8 fases constructivas, planteándose de la siguiente forma:

- Fase 1. Inicio ejecución espigón 3.

Se decide comenzar las obras construyendo el espigón más al este de la zona de proyecto, ya que este es el de mayores medidas y mayor volumen de material, y por tanto, el material de relleno provisional necesario, una vez acometido el espigón, puede ser reutilizado para el resto de los espigones.

Por tanto, en esta fase se tiene el aporte de material de relleno provisional para la formación del espigón, teniendo esta una cota de coronación de +1.00 y llegando a una cota de -7.00.



Figura 168. Fase de ejecución 1

- Fase 2. Ejecución espigón 3 e inicio espigón 2.

En esta fase se procede a la construcción definitiva de la escollera del espigón 3, comenzando desde la punta del mismo hasta alcanzar la zona media. Parte del material recuperado del relleno, se emplea para comenzar la construcción del espigón 2, cuyo relleno provisional va desde una cota de coronación de +1.00 hasta una cota de -4.70.



Figura 169. Fase de ejecución 2

- Fase 3. Inicio espigón 1, ejecución espigón 2 y finalización espigón 3.

En esta fase, se termina de construir la escollera del espigón 3, recuperándose todo el material de relleno. El espigón 2 se ha de construir su escollera definitiva hasta la mitad del mismo. Y se comienza a aportar el relleno provisional del espigón 1, con una cota de coronación de +1.00 hasta cota de -4.70.

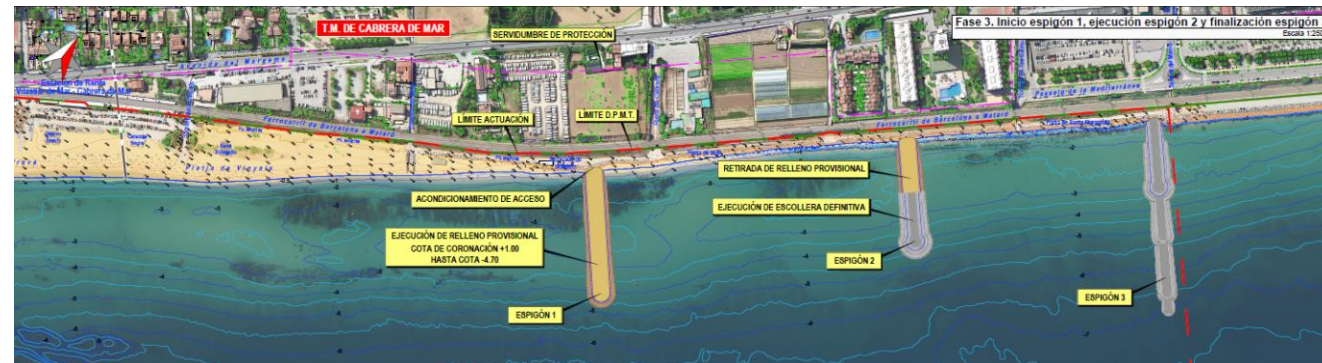


Figura 170. Fase de ejecución 3

- Fase 4. Ejecución espigón 1 y finalización espigón 2.

Se termina la construcción de la escollera definitiva del espigón 2 y se comienza la construcción de la escollera del espigón 1.



Figura 171. Fase de ejecución 4

- Fase 5. Finalización ejecución espigones.

Finalmente, en esta fase, se da por concluido la construcción de las escolleras de los 3 espigones.



Figura 172. Fase de ejecución 5

- Fase 6. Aporte de arena para formación de playa.

Una vez construidos todos los espigones, se procede al relleno de arena que conformará el perfil de la playa regenerada hasta la cota +0.00. Aquí comienzan los trabajos de dragado para obtener la aportación de arena necesaria.



Figura 173. Fase de ejecución 6

- Fase 7. Relleno y nivelación de arena playa emergida.

En esta fase, se continua con el aporte de arena para la regeneración de la playa, llegando de la cota +0.00 hasta la -6.50 aproximadamente. Mientras se está aportando arena en estas profundidades, se procede a la nivelación de la playa para conseguir el perfil de equilibrio necesario.

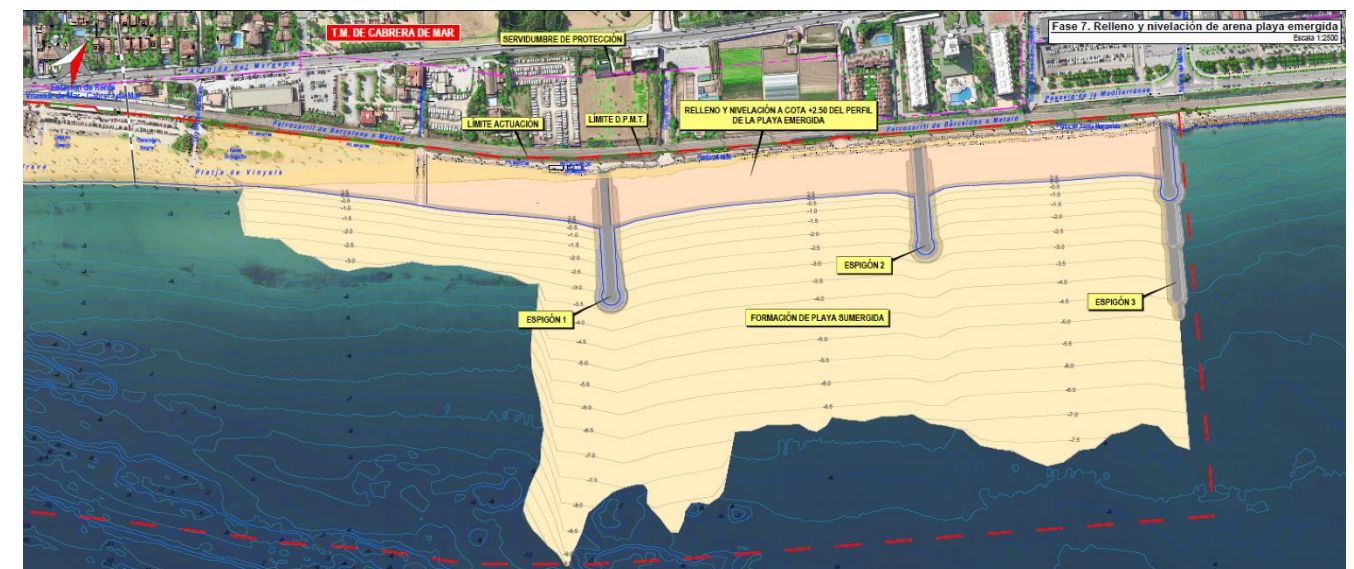


Figura 174. Fase de ejecución 7

- Fase 8. Ejecución obras complementarias.

Una vez realizado todos los trabajos que componen el motivo del presente proyecto, se procede a realizar las obras complementarias. Estas son: la realización de dos rampas de acceso a la playa; la reposición de otras 2 debido a su mal estado; y la construcción de 2 escolleras a la salida de las ramblas existentes, así como la mejora de una de las existentes. Estos trabajos complementarios se pueden consultar en profundidad en el Anejo 16. Reposición de servidumbres, afecciones y nuevas estructuras, del presente proyecto.

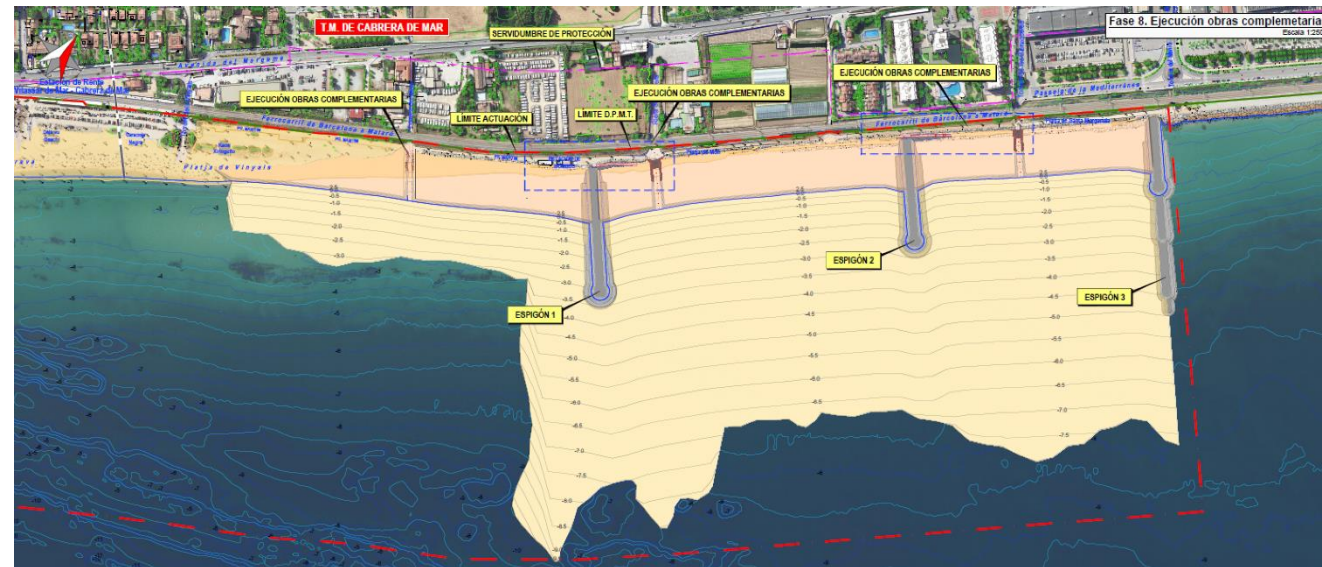


Figura 175. Fase de ejecución 8

11.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Tras haber analizado el clima marítimo, la dinámica litoral y el cálculo estructural, junto al análisis de los trabajos previos, ya se cuenta con los criterios necesarios para la presentación de las alternativas objeto de estudio.

Se analizan siete alternativas. Básicamente se combina la estructura con sección convencional (con núcleo de todo uno, filtro y manto) y dos tipologías diferentes (espigón y dique exento).

- Alternativa 00: No actuación en el ámbito de actuación, manteniendo la dinámica actual.
- Alternativa 01: Alimentación artificial a lo largo de la playa de Cabrera de Mar. Esta alternativa, al no cambiar el equilibrio en el balance de sedimentos, se verá expuesto a la dinámica litoral existente actualmente en la zona de actuación.
- Alternativa 02: Alimentación artificial junto a la construcción de espigón perpendicular a la costa, sin llegar a la profundidad de cierre, y con forma curva con concavidad hacia poniente, en el extremo oriental de la playa de Cabrera de Mar.
- Alternativa 03: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigones. Esta alternativa consiste en la construcción de tres espigones, dos de ellos cortos formados por un tramo recto y un tercero con un tramo final curvo en dirección sur.
- Alternativa 04: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigón y dique exento. El espigón es perpendicular a la costa, sin llegar a la profundidad de cierre, y con forma curva con concavidad hacia poniente. El dique exento se ubica en el vértice de convexidad de la línea de costa con objeto de fijar y estabilizar la costa en dicho punto.
- Alternativa 05: Alimentación artificial junto a la rigidización mediante espigón y dique exento. En continuación con la alternativa 04, se complementa con un nuevo dique en la zona del espigón de Levante, con el objeto de fijar esa zona de costa con respecto temporales del sur.

- Alternativa 06: Con el mismo objetivo que la alternativa 05, se configura ésta. La diferencia reside en la sustitución del dique en la zona del espigón de Levante, por un apéndice que sale de éste para conferir de mayor estabilidad ante temporales del sur.

La alternativa elegida según el análisis multicriterio que ha tenido en cuenta las variables ambiental, paisajística, técnica, de inversión e innovación es la alternativa 3.

11.7. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO. INVENTARIO AMBIENTAL

En el presente apartado se describen de forma somera las características físicas, biológicas, humanas y culturales del medio que albergará la ejecución del proyecto.

11.7.1. CLIMATOLOGÍA

El clima en la zona de estudio (templado y cálido) es del tipo mediterráneo con influencia marítima. El clima se considera Csa de acuerdo al sistema de clasificación Köppen-Geiger.

La temperatura en este lugar es de aproximadamente 15.9 °C, según determina el análisis estadístico. El mes de temperatura más alta es agosto durante el cual la temperatura media alcanza hasta 24.0 °C. De media, el mes de enero se considera la época más fría del año, con temperaturas medias en torno a 8.8 °C.

Las precipitaciones son escasas: las medias anuales se sitúan alrededor de los 717 mm al año. El mes más seco es julio con una precipitación de 33 mm, mientras que en octubre, el mes en el que se producen las mayores precipitaciones del año, se alcanzan los 111 mm. Las precipitaciones son mayores en invierno que en verano.

11.7.2. CALIDAD DEL AIRE

Según los resultados del ICQA en la estación más próxima a la zona de estudio (Mataró) durante los últimos 12 meses, puede apreciarse que aproximadamente un 70 % del tiempo la calidad del aire fue buena (ICQA ≥ 50) y un 30 % fue buena (0 ≤ ICQA < 50) sin que se observen registros con calidad mala o pobre (ICQA < 0). Por consiguiente, en términos medios puede caracterizarse la calidad del aire de la zona como entre buena y regular.

11.7.3. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

Tras el procesado y calibración de todos los puntos adquiridos durante el levantamiento de la playa seca, tanto a través de los perfiles mediante GPS RTK y la adquisición de datos LiDAR, se ha elaborado un plano topográfico con curvas equidistantes cada 0.5 m que posteriormente se integrará junto al plano batimétrico.

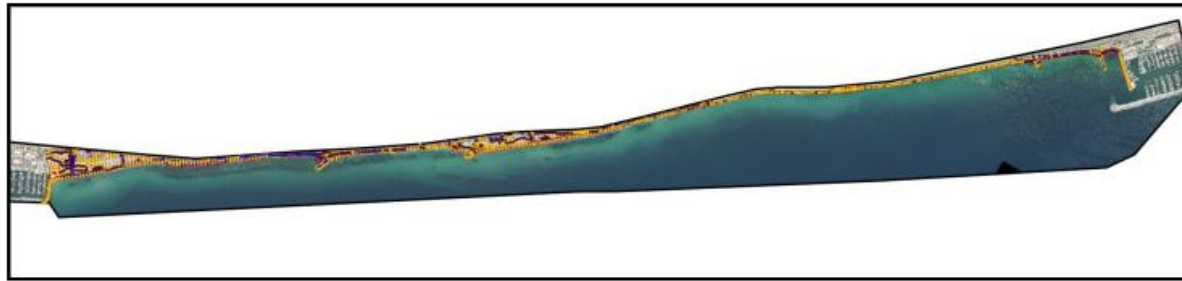


Figura 176. Zona de estudio levantada



Figura 177. Curvas de nivel resultantes del levantamiento

Una vez interpretados en gabinete los registros batimétricos obtenidos en la toma de datos (ajustes de velocidad del sonido, limpieza de puntos, filtrados...), los resultados (un archivo XYZ) han dado lugar a un plano batimétrico para la zona de estudio basado en un grid de 0.25x0.25 metros y equidistancia de isobatas de 0.25 m.

Se ha obtenido también un modelo de sombreado 3D.

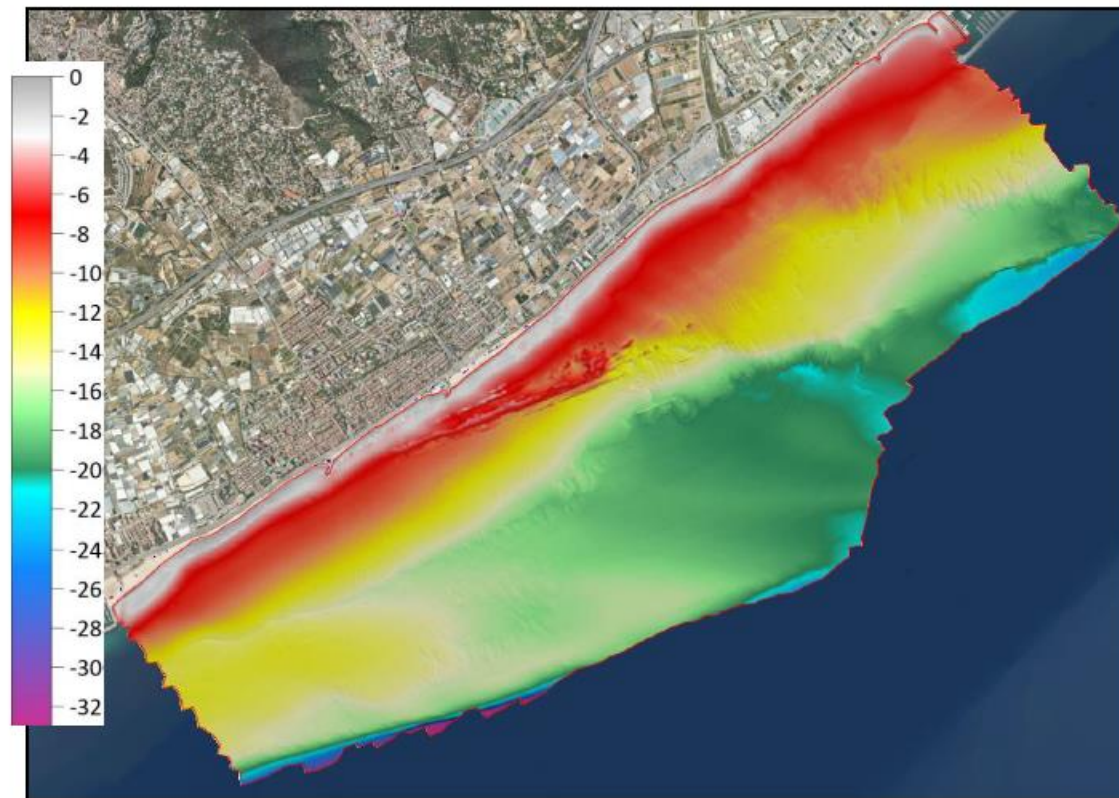


Figura 178. Modelo de sombreado del modelo digital de elevaciones (m NMMA) de la franja costera estudiada

Finalmente, los datos topográficos y batimétricos han sido enlazados, generando un plano topobatimétrico de toda la zona de estudio referido al cero del proyecto (NMMA).

11.7.4. MARCO GEOLÓGICO GENERAL.

Localmente, en el tramo de estudio, destacan como materiales cuaternarios la terraza tercera y actual y aluvial indiferenciado y pie de monte del cuaternario antiguo, siendo los materiales más antiguos las granodioritas del período ordovícico.

11.7.5. GEOLOGÍA DE LOS FONDOS MARINOS

Se muestra en la figura siguiente la geología marina de la zona de actuación.

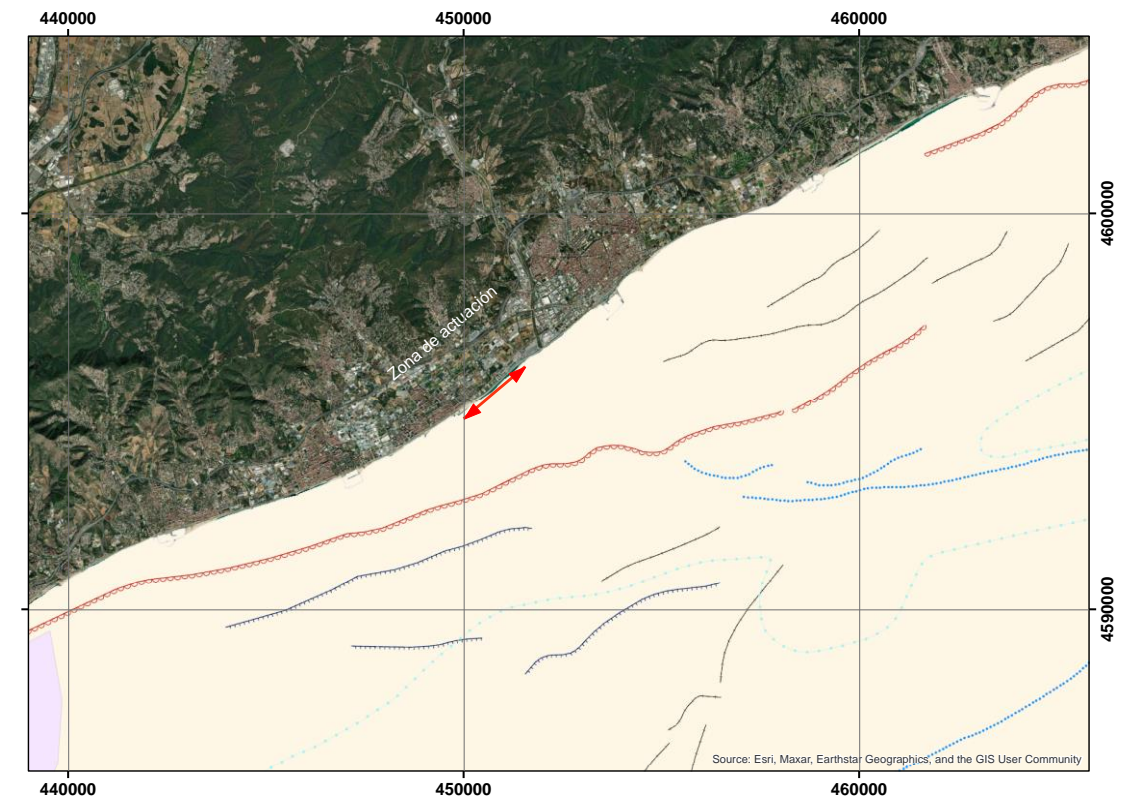


Figura 179. Geología marina en la zona de actuación

Tabla 77. Leyenda del mapa geológico

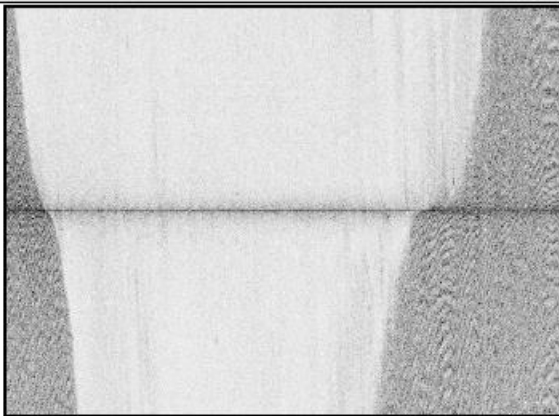
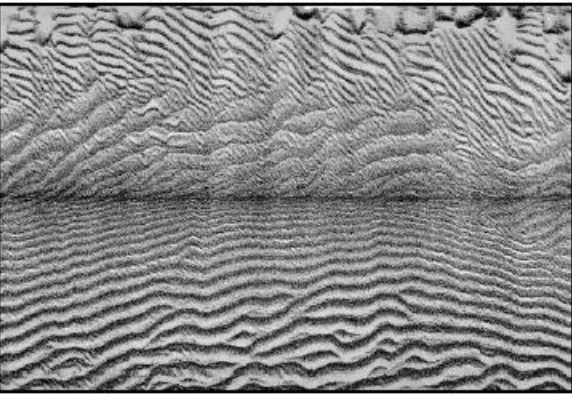

Tipo morfológico	Tipo morfológico
Abanico submarino	Base del talud continental
Alto estructural	Beachrock e isla barrera sumergida
Ascenso continental y llanura abisal	Borde de canal contomítico
Avalancha de derrubios	Borde de la plataforma continental
Canal	Campo de cráteres de gas (pockmarks)
Canal contomítico	Cicatriz de movimiento de masa
Cañón submarino	Cresta
Cono volcánico	Cuerpo/dorsal de arena
Depresión	Cárcava (gully)
Depresión de colapso	Eje de canal
Deslizamiento	Eje de cañón y valle submarino
Domos y diapiros	Escarpe
Drift contomítico	Escarpe de terraza
Flujo de derrubios	Escarpe estructural
Lagoon	Forma de fondo
Levee	Moat
Montes submarinos, colinas y dorsales volcánicas	Onda de arena, Campo de ondas de arena
Plataforma continental	Onda de sedimento, Campo de ondas de sedimento
Plataforma marginal	Prisma litoral
Prodelta	Rasgo erosivo
Talud continental	Relieve asociado a falla
Volcán de fango	Superficie de abrasión
	Surco erosivo (furrow)

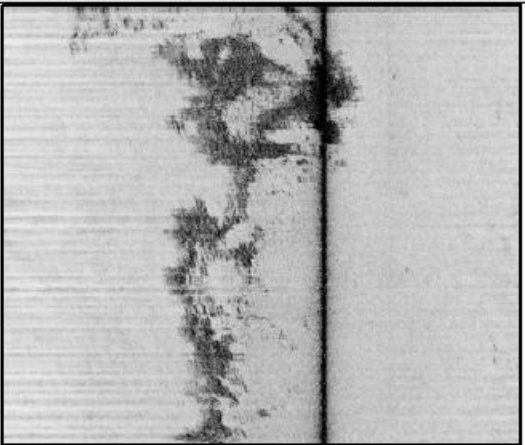
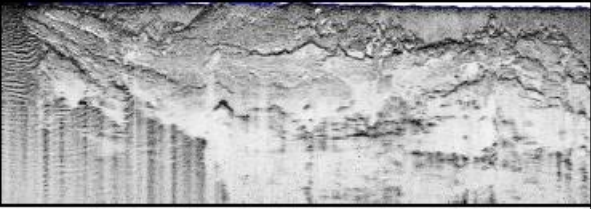
11.7.6. GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES BENTÓNICAS.

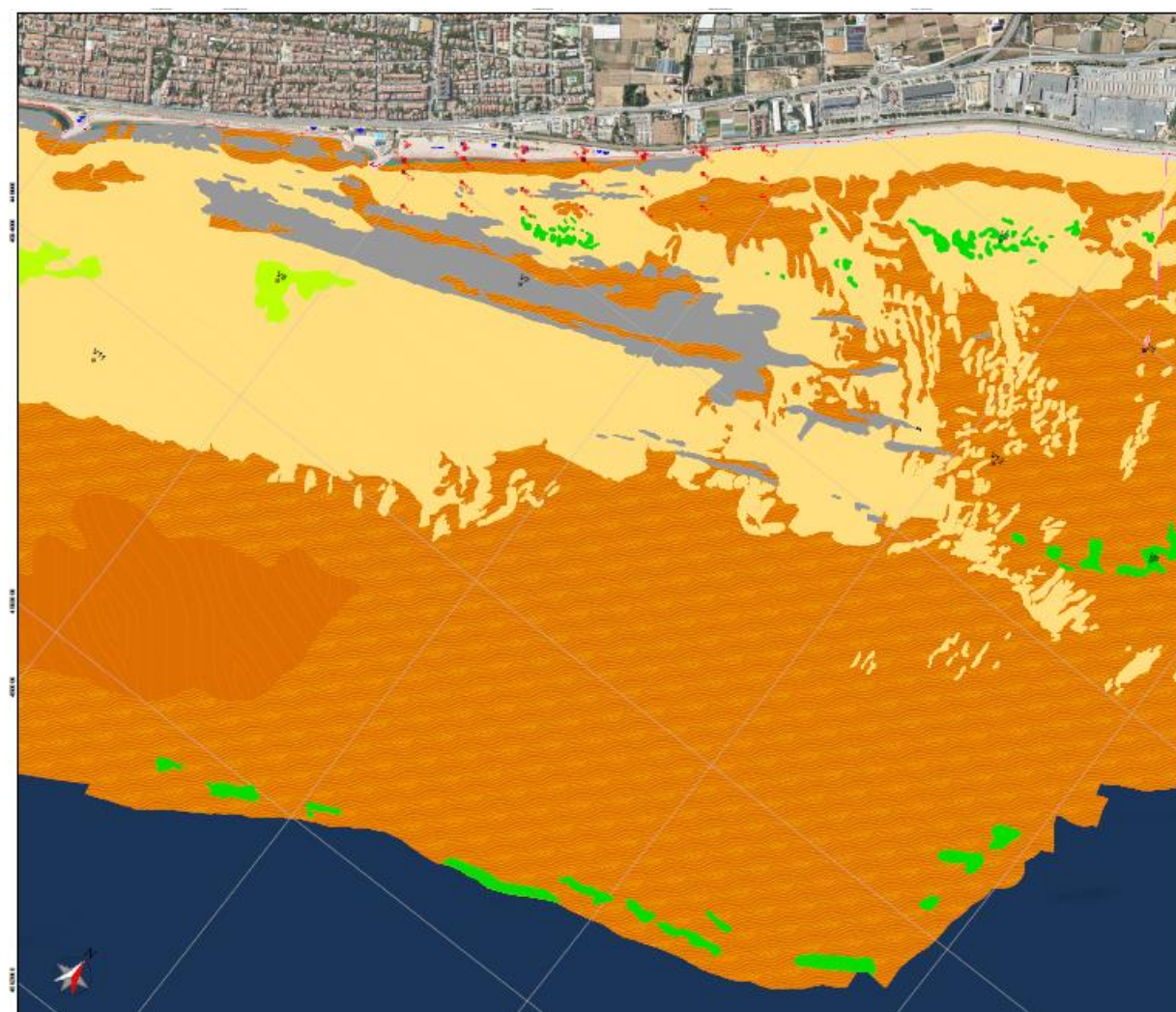
Se ha realizado una campaña con sónar de barrido lateral a lo largo de toda la zona de estudio de manera simultánea al levantamiento con sonda multihaz y se ha realizado una filmación con vídeo submarino para verificar los tipos de fondo y hábitats observados.

A la hora de interpretar la naturaleza de los tipos de fondo observados, tanto desde el punto de vista morfológico como de comunidades bentónicas existentes, se realizó una serie de videos submarinos repartidos en la zona de estudio, prestando especial atención en aquellas zonas donde el registro sonográfico dio indicios de la presencia de fanerógamas marinas.

De esta manera se han distinguido los siguientes tipos de fondo según morfología (naturaleza del fondo) y hábitats bentónicos asociados a este tipo de fondo.

HÁBITAT BENTÓNICO	NATURALEZA DEL FONDO	DISTRIBUCIÓN	REGISTRO EN SÓNAR	ESTACIÓN DE FILMACIÓN
Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales	Arena fina	Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio, desde la -3 m a la -17 m. En la mitad noreste menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m.	 Arenas finas rodeadas de arenas gruesas con ripples	V5, V6
	Arenas medias-gruesas enfangadas, con ripples y megaripples	Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17 m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Este tipo de fondo aparece con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio.		V2, V3, V11, V12
Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas	Arena fina	Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5 m a la -10 m formando rodales longitudinales a las isobatas en la mitad suroccidental de la zona de estudio.	 Rodaes de Cymodocea sobre arena fina	V8, V9, V10

HÁBITAT BENTÓNICO	NATURALEZA DEL FONDO	DISTRIBUCIÓN	REGISTRO EN SÓNAR	ESTACIÓN DE FILMACIÓN
Praderas de Posidonia oceanica	Arena fina y media	En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5 m y la -10 m sobre arena fina, y entre -14 m y más allá de la -20 m, sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodales dispersos paralelos a las isobatas.	 <p>Rodal de Posidonia sobre arena fina</p>	V1, V5, V6
Roca circalitoral dominada por invertebrados	Roca	<p>Fondo rocoso costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3 m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos.</p> <p>Afloramiento rocoso oblicuo a costa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5 m a -14 m.</p>	 <p>Afloramientos rocosos rodeado de arena gruesa con ripples</p>	V7



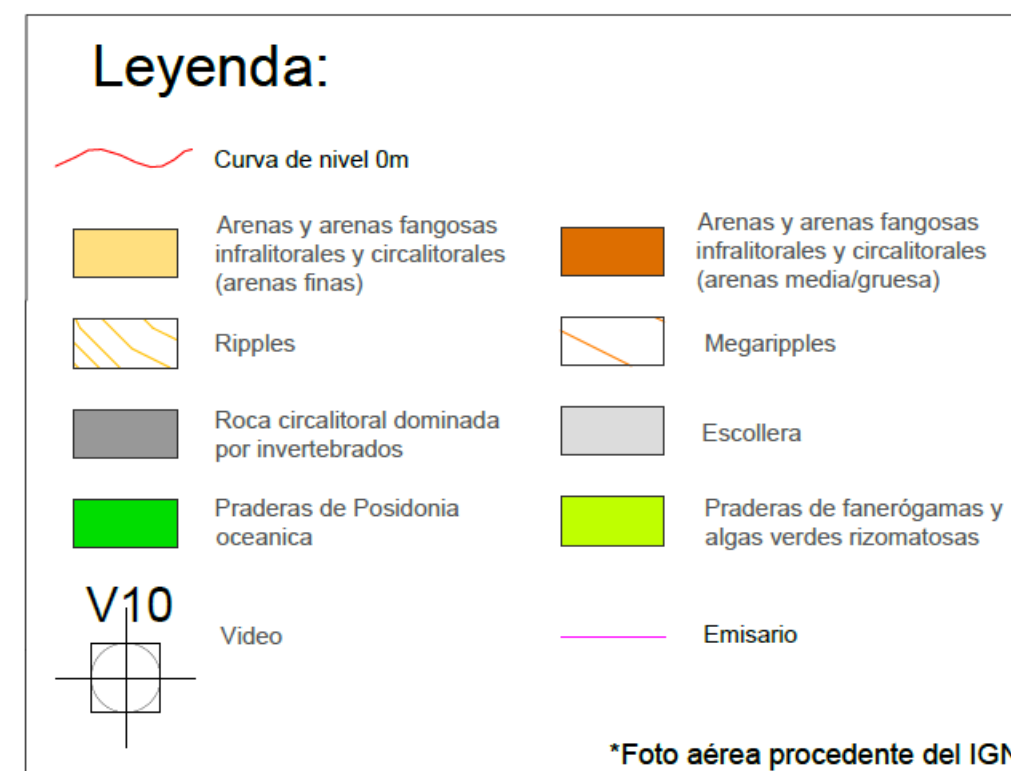
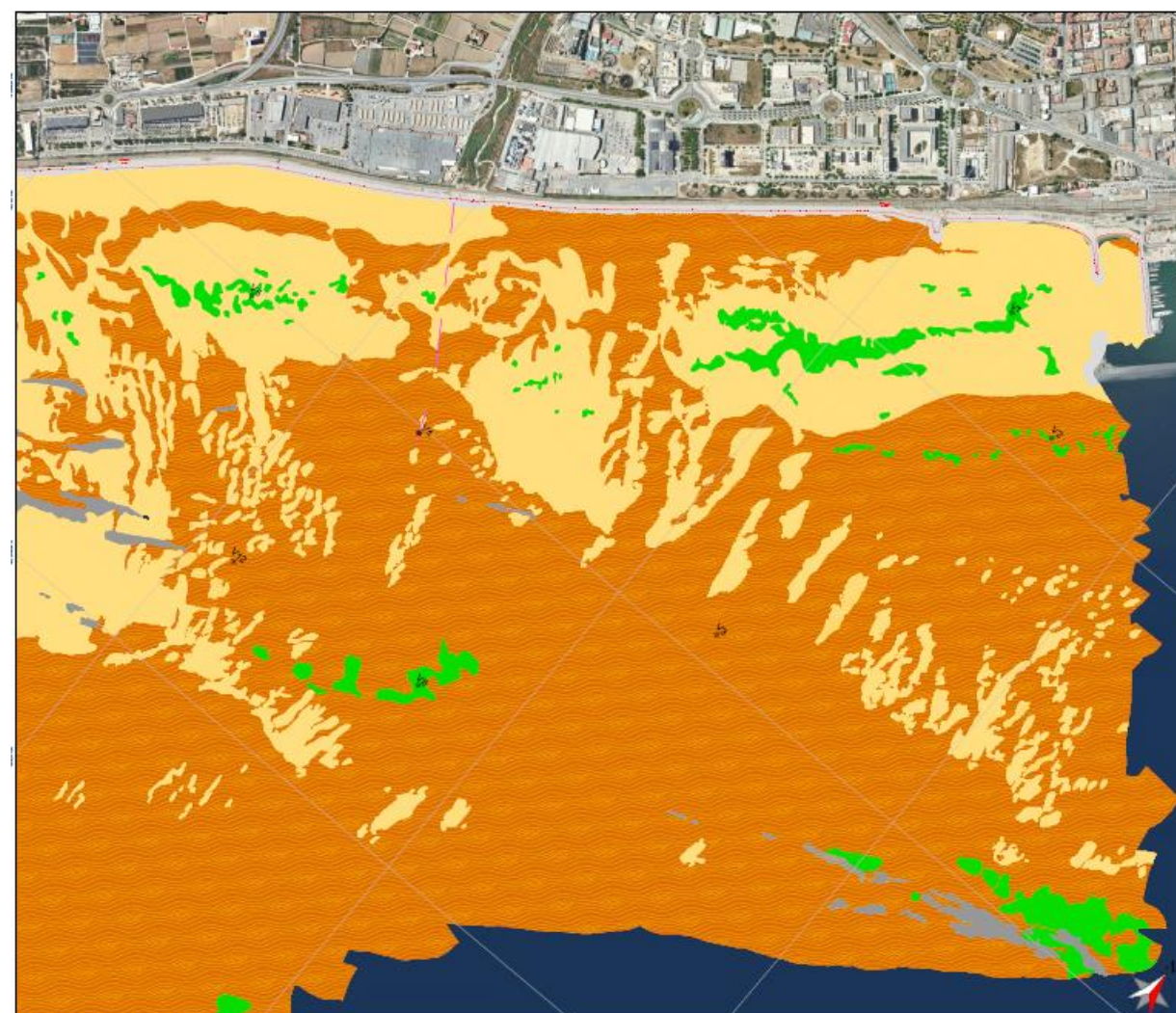


Figura 180. Geomorfología marina y unidades bentónicas

11.7.7. COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

El fitoplancton está compuesto por las especies de algas microscópicas y constituye la puerta de entrada de energía solar en el ecosistema pelágico, además de ser la base de su mantenimiento por la constante transferencia de energía hacia otros niveles tróficos (bentos, por ejemplo). En relación a la producción, que también será comentada en este capítulo, los factores que la limitan suelen ser los elementos nutritivos y la luz. En cuanto a la composición específica, en total hay identificadas del orden de unas 500 especies pertenecientes a los grupos Flagelados, Dinoflagelados, Diatomeas, Silicoflagelados, Cianofíceas y Cocolitoforales.

Los parámetros definidores del fitoplancton (biomasa y producción) presentan variabilidad anuales relacionadas con la disponibilidad de nutrientes. En invierno existe una fase de descanso, con valores bajos de producción que da paso en primavera a la época más productiva. En verano desciende el número de células, la clorofila y la producción hasta entrar en invierno, con un segundo máximo relativo.

Finalmente, y en relación al ciclo anual, éste responde a las características estacionales ya comentadas para la calidad del agua. En otoño, en un momento dado, se produce la rotura de la termoclina, el agua se mezcla verticalmente y debido fundamentalmente al aporte de nutrientes (nitratos y fosfatos) tiene lugar una proliferación de diatomeas. Hacia el mes de enero se produce una interrupción en el aumento de fitoplancton.

La principal proliferación de fitoplancton en el ciclo anual tiene lugar entre mediados de febrero y mediados de marzo y, en general, aparece relacionada con la presencia de un afloramiento propiciado, según parece, por la acción del viento y la intercalación de aguas frías en profundidad. Al avanzar la estación, tiene lugar una discontinuidad hidrográfica y el plancton

se hace súbitamente muy pobre. En los meses de abril y mayo la composición florística mayoritaria corresponde a las Diatomeas y a continuación la estratificación estival, marcada por intensos gradientes y un empobrecimiento casi absoluto en nutrientes de las aguas superficiales, con predominio en este caso de Dinoflagelados.

El zooplancton tiene a su cargo, como primer nivel de consumidores el concentrar la materia y la energía producidas por el fitoplancton que, debido a sus reducidas dimensiones y a su dispersión en el medio, requeriría un consumo de energía desproporcionado a su valor nutritivo si tuviese que ser explotado por los peces directamente. El grupo más abundante es el de los Copépodos. Desde el punto de vista del funcionamiento de la red trófica, herbívoros y omnívoros componen entre el 70 y 95% de los grupos, en función de la época del año.

11.7.8. COMUNIDADES BENTÓNICAS

La cartografía bionómica se ha obtenido tal y como se ha comentado en el apartado anterior.

Para establecer la nomenclatura de los hábitats marinos, se ha seguido la clasificación jerárquica del “Inventario Español de Hábitats y Especies marinos (IEHEM)”. El Inventario se constituye como el instrumento para recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y la utilización de patrimonio natural, con especial atención a los elementos que precisen medidas específicas de conservación o hayan sido declarados de interés comunitario.

Tal y como prevé la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos forma parte de otro global denominado Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, regulado a través del Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

De esta manera se han identificado los siguientes 4 hábitats:

030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales: se localizan en primer lugar en una zona de arena fina. Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio desde la -3 a la -17 m. En la mitad noreste es menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m. Se localizan también sobre arenas medias-gruesas enfangadas con ripples y megaripples. Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Aparecen con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio.

En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes suelen ser principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, la fauna está constituida mayoritariamente por moluscos (bivalvos y gastrópodos), crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros.

030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas: Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5m y la -10m formando rodales longitudinales a las isobatas e la mitad suroccidental de la zona de estudio. Esta

fanerógama, de un tamaño notablemente inferior al de Posidonia oceánica, presenta un desarrollo marcadamente estacional, cuyo crecimiento se produce entre mayo y octubre, siendo muy acusado en los meses de verano. Durante el invierno puede llegar a perder la totalidad de las hojas, persistiendo sólo los rizomas. Cymodocea nodosa es, después de Posidonia O, la segunda fanerógama marina en importancia en el Mediterráneo, por su envergadura y por la extensión que ocupan sus praderas. Es un hábitat incluido en 2011 en el ‘Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial’ y que por tanto debe ser protegido. Se trata de una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental. Crece desde las aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad. Se encuentra muy diseminada y ocupa generalmente pequeñas extensiones, casi siempre sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos y, más raramente, rocosos. Esta especie fanerógama rizomatosa, además de estabilizar el sustrato con su sistema radicular, sirve como soporte para una gran cantidad de algas filamentosas e invertebrados, que se instalan sobre sus hojas, y como lugar de desarrollo de una gran cantidad de alevines y juveniles de peces propios de los fondos rocosos, que encuentran aquí un ambiente propicio, con abundancia de alimento y sin los depredadores de las zonas rocosas, por lo que tiene gran valor ambiental

030512 - Praderas de Posidonia oceánica: Se localizan sobre arena fina y media. En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5m y la -10 m sobre arena fina y entre la -14m y más allá de la -20 m sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodeles dispersos paralelos a las isobatas.

030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados: fondo costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos. Afloramiento rocoso oblicuo a la costa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5m a -14m.

11.7.8.1. 030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales

Hábitat caracterizado por sedimentos finos, fangosos y ricos en materia orgánica. El hidrodinamismo no sólo determina la granulometría del sedimento, sino también la composición, diversidad y abundancia de las distintas especies que conforman las comunidades de este tipo de fondos sedimentarios. Predominan las comunidades de bivalvos y poliquetos.

Abarca, de forma general, desde profundidades escasas, por debajo de las playas de arena (0.5 m.) en la zona sumergida, hasta aproximadamente los 70 m.

En un primer nivel batimétrico, en la franja de los 3 ó 4 primeros metros de profundidad, aparecen las arenas finas superficiales sometidas a la acción del oleaje. En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes son principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae. Es también muy característico en las costas del sur y sureste ibérico el gasterópodo Nassarius granum.

Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, donde el oleaje deja de tener un efecto directo, aparecen unas arenas muy homogéneas de origen terrígeno poco enfangadas; son las denominadas en el Mediterráneo “arenas finas bien calibradas” que ocupan grandes extensiones, entre los 5 y 20 m de profundidad. La fauna de este tipo de fondos está constituida mayoritariamente por moluscos, crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros. En las costas atlánticas las especies más características de los fondos someros infralitorales de

arenas finas ligeramente fangosas son *Echinocardium cordatum* y *Ensis* spp. En las costas atlánticas, en arenas medias o finas con poca materia orgánica y buena oxigenación de la parte superior del piso infralitoral, aparece la denominada “comunidad boreal-lusitana de *Tellina*”, donde dominan los bivalvos *Angulus tenuis* y *Cerastoderma edule* y el poliqueto *Nephtys cirrosa*. Según se progresa en profundidad y disminuye el tamaño de grano, esta comunidad se va transformando con la adición de nuevas especies, como el bivalvo *Nucula turgida*, el molusco escafópodo *Dentalium dentalis* o el poliqueto *Chaetozone setosa*, este último en zonas con mayor contenido en materia orgánica.

11.7.8.2. 030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas

Estas praderas están formadas por fanerógamas como *Ruppia cirrhosa*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* y algas verdes rizomatosas como *Caulerpa prolifera* o *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Pueden encontrarse tanto en lagunas costeras o estuarios, como en zonas abiertas.

Se asientan sobre fondos arenosos, arena fangosos e incluso fangos cuando se trata de las algas del género *Caulerpa*. La comunidad acuática de estas praderas está formada por especies eurihalinas, que toleran elevada salinidad y altas temperaturas, características de este tipo de hábitats.

Dentro de este hábitat destacan las praderas del alga verde *Caulerpa prolifera*, que constituyen una de las escasas comunidades formadas por un alga de origen subtropical capaz de fijarse sobre los fondos arenosos. Se hallan generalmente en aguas someras y cálidas de zonas protegidas, como bahías semicerradas y lagunas costeras. Si bien es una comunidad menos diversa y compleja estructuralmente que la de las fanerógamas, la fauna asociada reviste un especial interés, por cuanto alberga animales singulares que se alimentan de ella, a pesar de que contienen diversos compuestos tóxicos. También aparecen contempladas en este hábitat praderas de la especie invasora *Caulerpa racemosa* que ha demostrado su alto potencial invasor colonizando una gran variedad de sustratos. A menudo aparece acompañando a las fanerógamas *Cymodocea nodosa* o *Zostera noltii*.

Las praderas de las fanerógamas *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* y *Zostera marina* presentan variaciones de su fauna asociada en función de la profundidad y las especiales características que de las lagunas costeras (salinidad, temperatura, iluminación).

11.7.8.3. 030512 - Praderas de *Posidonia oceánica*

Las praderas de *Posidonia oceánica* se encuentran únicamente en el Mediterráneo, ya que se trata de una especie endémica de este mar.

Las densas praderas que forma pueden encontrarse desde la superficie hasta una profundidad variable de hasta 40 metros de profundidad, dependiendo de la transparencia del agua. En las áreas insulares mediterráneas con aguas muy claras (como en las islas Baleares), puede encontrarse hasta unos 40 m de profundidad. Sin embargo, en las costas de la península Ibérica no suele sobrepasar los 30 m, debido a la menor transparencia de las aguas.

Puede crecer tanto sobre sustratos sedimentarios como rocosos, si bien, por lo general se instala sobre fondos duros en las aguas más someras y en zonas abiertas sometidas a un hidrodinamismo intenso; mientras que en las grandes ensenadas o a mayor profundidad, donde el hidrodinamismo es menor, se instala preferentemente sobre sustratos arenosos.

Se trata de una planta muy exigente en sus requerimientos ecológicos y no tolera grandes variaciones de salinidad, por lo que no se halla en las lagunas salobres o hipersalinas, o en las zonas próximas a las desembocaduras de los ríos.

Esta planta es la de mayor envergadura de las fanerógamas marinas de nuestras costas y la que forma praderas más densas y extensas. Presenta gruesos rizomas leñosos y las hojas pueden alcanzar más de un metro de largo. El desarrollo vertical lo utiliza para escapar de la sedimentación y el horizontal para colonizar el sustrato. Los rizomas forman una intrincada red que está parcialmente enterrada.

Puede considerarse una planta indicadora de aguas limpias, bien oxigenadas y exentas de contaminación. Es muy sensible a la eutrofización, a la mayor parte de los contaminantes y tampoco tolera tasas altas de sedimentación. Las praderas más extensas y mejor conservadas de nuestras costas se encuentran en el archipiélago balear y en el litoral levantino.

Dentro de estas praderas podemos distinguir dos grandes hábitats o estratos: el foliar y el del entramado de rizomas, con muy diferentes características. El estrato foliar constituye un hábitat efímero y relativamente inestable (las hojas se van renovando continuamente), sometido a un continuo movimiento por el hidrodinamismo y a la acción de ramoneo de algunas especies, como las salpas o los erizos. Sobre dicho estrato se instala una comunidad fotófila de animales que viven fijos a la superficie de las hojas entre los que se encuentran principalmente algas, cnidarios, poliquetos, briozoos y foraminíferos. El estrato de rizomas es más estable y presenta, a su vez, mayor complejidad, pudiendo alcanzar un grosor considerable y albergar un gran número de nichos ecológicos (distintos si la pradera está en fondos blandos o duros y por la profundidad). Pero, además de las comunidades asociadas a hojas y rizomas, puede distinguirse una tercera comunidad de especies nadadoras que se desplazan por la pradera en busca de refugio o alimento. Dicha comunidad está compuesta principalmente por peces (muy abundantes labridos, espáridos y singnátidos) pero también por diversos crustáceos, como los pequeños misidáceos, o por algunos cefalópodos, como las sepias (*Sepia officinalis*).

Una de las especies más notorias y características de las praderas es la nacra *Pinna nobilis*, cuya parte basal se asienta en el estrato de rizomas, pero cuya parte apical sobresale sobre el estrato foliar.

Existe una enorme complejidad en las comunidades animales y vegetales que habitan las praderas, dada la gran biodiversidad que albergan.

11.7.8.4. 030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados

Hábitat rocoso del piso circalitoral caracterizado por la ausencia de algas debido a una notable disminución de luz. Las comunidades que dominan este ambiente están constituidas mayoritariamente por invertebrados, aunque las facies no están dominadas por una sola especie, sino que se presentan como un mosaico. La fauna característica se ve principalmente afectada por el hidrodinamismo, la turbidez o la topografía del fondo.

11.7.9. ESPECIES PROTEGIDAS

El Catálogo Español de Especies Amenazadas recoge varias especies marinas de distribución variable en la zona de trabajo:

Se encuentran incluidas en el listado de Especies Silvestres en Régimen de protección Especial la *Posidonia oceánica* y la *Cymodocea nodosa*.

La especie *Caretta caretta* encuentra catalogada como vulnerable en el listado. Se encuentra dentro de la ZEC Cotes del Maresme, cercano al ámbito de estudio.

Existe una estrategia de conservación para la *Caretta caretta*.

11.7.10. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO TERRESTRES.

La Directiva Hábitats define como tipos de hábitat naturales de interés comunitario a aquellas áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas, que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la UE:

- se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o bien
- presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a que es intrínsecamente restringida,
- o bien constituyen ejemplos representativos de una o de varias de las regiones biogeográficas de la Unión Europea.

De entre ellos, la Directiva considera tipos de hábitat naturales prioritarios a aquéllos que están amenazados de desaparición en el territorio de la Unión Europea y cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

En total, el anexo I de la Directiva identifica 231 tipos de hábitat de interés comunitario. Su descripción y su caracterización ecológica están recogidas en el Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea.

Del conjunto de tipos de hábitat incluidos en el anexo I de la Directiva, 118 (un 51%) están reconocidos oficialmente como presentes en España, según las listas de referencia correspondientes a las regiones biogeográficas Alpina, Atlántica, Macaronésica y Mediterránea y a las regiones marinas Atlántica, Macaronesia y Mediterránea.

No se afecta a ningún hábitat de interés comunitario terrestre del ámbito de estudio.

11.7.11. CLIMA MARÍTIMO

La zona de estudio se localiza en el litoral de la comarca del Maresme, entre la desembocadura del río Tordera, al norte, y el municipio de Montgat, al sur. La costa del Maresme es el litoral de dicha comarca. A lo largo de sus 55 kilómetros de litoral, cuenta con diversas playas y calas, desde playas urbanas con todo tipo de servicios, hasta playas más naturales.

El entorno costero está formado por una costa baja arenosa de origen aluvial del cuaternario y limitado por la Cordillera Catalana. El material costero que forman las playas proviene principalmente de los aportes sedimentarios del río Tordera y, en menor cuantía, de otros ríos y rieras que desembocan en el tramo. El sedimento que forman las playas está constituido por sílice, procedente de la degradación del granito, componente fundamental de la cordillera litoral catalana. La orientación general de la costa es NE-SW, siendo las mayores singularidades costeras naturales los deltas de los ríos Tordera, al norte, y Besós, al sur.

Para el análisis del Clima Marítimo en la zona, se ha seleccionados datos de oleaje de la red SIMAR, y los de nivel del mar de la red REDMAR, ambas desarrolladas y mantenidas por Puertos del Estado. La ubicación de las fuentes de datos de oleaje se muestra en la siguiente figura y sus características se recogen en la tabla siguiente.

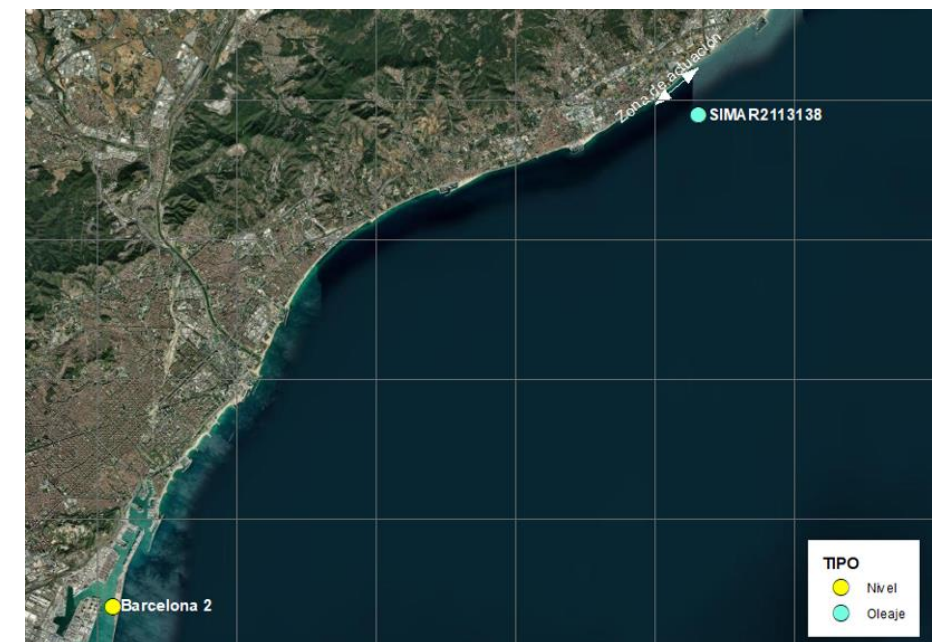


Figura 181. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar

Tabla 78. Fuentes de datos de oleaje y nivel del mar

DATO	Tipo	Red	X	Y	Desde	A	Longitud [años]
SIMAR 2113138	Oleaje	SIMAR	2.4°E	41.5°N	01/01/1958	02/08/2023	65,63
3758 – Barcelona 2	Nivel	REDMAR	2.17°E	41.34°N	01/01/1993	02/08/2023	30,60

11.7.11.1. Nivel de mar

El dátum de referencia vertical utilizado es el nivel medio del mar en Alicante (NMMA). Este dato es fundamental, dado que los niveles del mar están referidos al cero REDMAR en cada caso, y para modelizar se ha de referir el nivel a este dátum.

11.7.11.2. Propagación del oleaje

La propagación del oleaje se realiza en dos dimensiones, con objeto de considerar la heterogeneidad longitudinal de la costa. Para aumentar la precisión en las zonas de actuación, se procede a ejecutar la modelización en un sistema de mallas anidadas, de forma que el oleaje se lanza en una malla general. De esta forma se obtienen los en los lados mar de las zonas de interés, analizando los procesos de propagación de oleaje e inundación de la costa en mallas con resolución D= 5m. Tanto las propagaciones como los resultados forman parte del Anejo 06 Clima Marítimo.

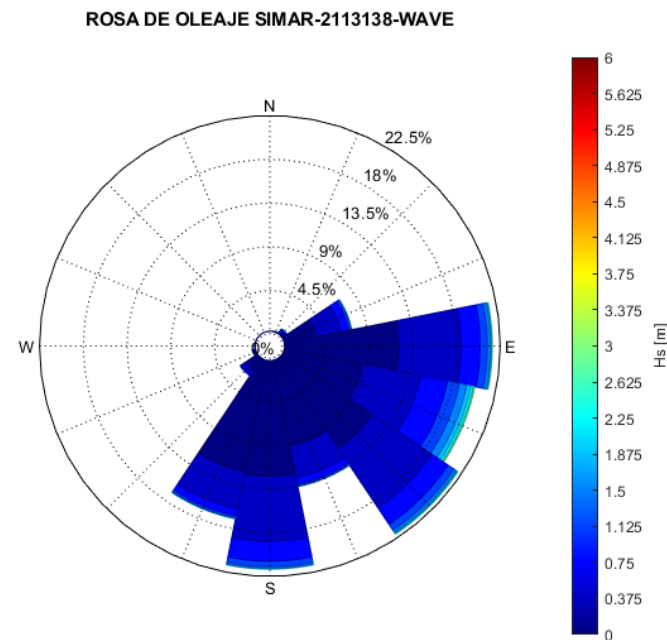


Figura 182. Rosa de oleaje en nodo SIMAR 2113138

Tabla 79. Olas de cálculo

Parámetro	Valor
Hs [m]	5,16
Tp [s]	9,58
Tm02 [s]	7,15
q [°N]	125,13
h [m] ⁴	0,70

El estado del mar correspondiente a la ola de cálculo se propaga desde el nodo SIMAR 2113138 hasta la zona de interés. En el anejo de cálculo se refinará esta propagación para llevarla hasta las obras. Para ello se emplean dos mallas, una de detalle comprendiendo la zona de actuación y otra malla general, comprendiendo el nodo SIMAR 2113138, la zona de actuación y las zonas anejas.

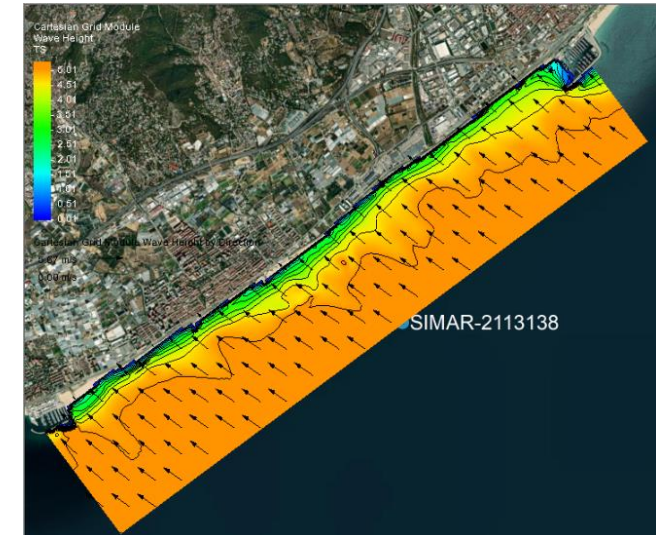


Figura 183. Propagación del oleaje de cálculo en la malla general

11.7.11.3. Regímenes medios direccionales

Se analizan los regímenes medios direccionales tomando como línea de separación la normal a la costa. Esto se hace con objeto de evaluar el potencial de transporte de sedimentos bruto y neto en el anejo 07 Dinámica Litoral.

Se procede a filtrar los datos según los límites mostrados en la figura siguiente, obteniéndose los oleajes en los sectores E y S, según las olas provengan de una dirección con una de estas componentes. Posteriormente se evalúan de forma conjunta los datos obtenidos de los dos sectores de oleajes.

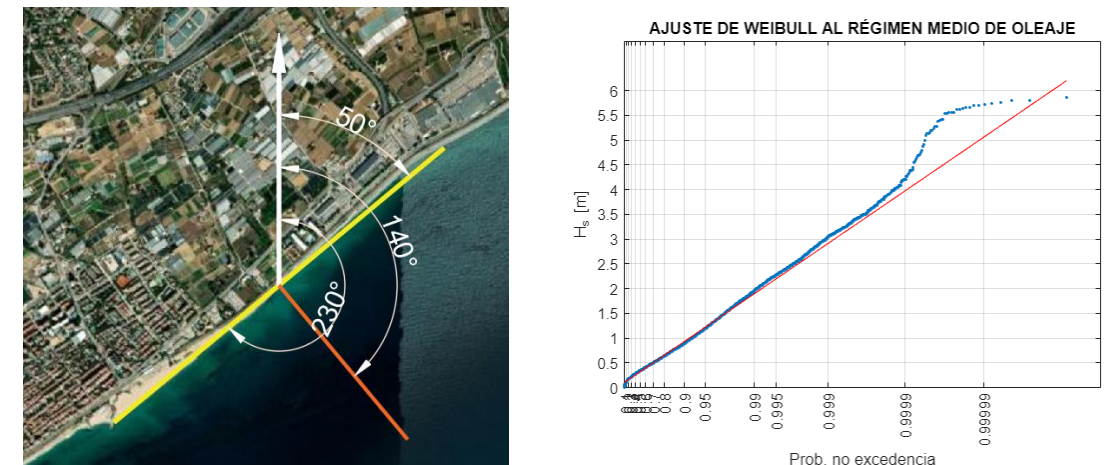


Figura 184. Régimen medio del oleaje que afecta a la costa

El oleaje para emplear en conjunto que afecta a la costa es:

⁴ Incluye el nivel de marea más probable y la sobreelevación producida por el cambio climático

Tabla 80. Oleaje medio del sector conjunto

Parámetro	Valor
Hm0 [m]	0,68
Tp [s]	6,02
DmD [°N]	128,46

11.7.12. DINÁMICA LITORAL

El caudal del transporte longitudinal de sedimentos, Q, generado por las corrientes longitudinales de la zona, es el principal factor que controla la evolución a largo plazo de una línea de costa.

De los estudios realizados, en el Anejo 7 Dinámica Litoral, se estima el transporte en diferentes perfiles de la playa de Cabrera de Mar.

Tabla 81. Potencial de transporte de sedimentos neto y bruto en el tramo de costa en estudio

Perfil	Q [m³/año]			
	Sector E	Sector S	Neto	Bruto
P-1	5.521,06	3.194,93	2.326,13	8.715,98
P-2	7.165,13	5.201,78	1.963,35	12.366,92
P-3	10.171,61	6.731,88	3.439,73	16.903,49
P-4	12.286,36	2.674,24	9.612,12	14.960,60

Los resultados que se muestran en la tabla anterior presentan una clara tendencia a la erosión hacia el SW. Los valores del transporte de sedimentos son moderados, por lo que, dado que no existe una aportación natural de sedimentos que equilibre el balance sedimentario, la tendencia al retroceso de la línea de orilla será lenta, pero constante, salvo que se rigidice la costa o se realicen aportaciones periódicas de material sedimentario.

Se analizan también las ortofotos históricas disponibles y que el litoral consistía en una playa continua de una considerable anchura, pero la construcción de la línea ferrocarril costera en el siglo XIX y especialmente, a partir de la década de los 40, los diversos puertos costeros (Port d'Arenys de Mar, Marina Port Premià, Port El Balís, Port del Masnou y Port de Mataró) junto con la pérdida de eficacia de las fuentes que suministraban arena a la playa, que como consecuencia de la urbanización de los cauces de los ríos provocaron el inicio de un proceso erosivo. Desde hace más de cuarenta años se han venido realizando actuaciones en este tramo costero con el objeto de frenar dicho proceso erosivo, entre las cuales cabe destacar la construcción de espigones en la década de los 70 en el tramo a poniente del puerto de Arenys, la regeneración

de playas con aportaciones masivas de sedimento de origen marino a partir de los 80, especialmente en las playas de El Masnou, Premià y el tramo entre los puertos de Arenys y El Balís. En los últimos años las actuaciones han sido más concentradas en aquellos tramos en peor estado.

Con el análisis de las ortofotos históricas obtenemos la siguiente imagen, en la que puede apreciarse la variación de la línea de costa con respecto al año 2018. En las imágenes de satélite de años posteriores, se observa el aporte de arena realizado y como la playa se ha ido erosionando y perdiéndolo año tras año.



Figura 185. Evolución de la zona de actuación sobre la ortofoto de 2018

11.7.13. RED HIDROGRÁFICA

Los cauces vertientes a la zona de actuación son la Riera d'Agell y la Riera de Cabrera. Ambos son cauces con pequeñas cuencas (1.25 km² y 2.67 km², respectivamente, muy vegetadas y urbanizadas, por lo que los aportes sedimentarios a la dinámica litoral son prácticamente nulos. De hecho, no se encuentran vestigios de aporte en sus desembocaduras.

El cauce más importante que vierte a la zona del Maresme es el río Tordera, 891.98 km². En comparación, las pequeñas cuencas que vierten al Maresme presentan una superficie conjunta de 330.91 km².

No obstante, la capacidad de aporte del río Tordera se ha visto reducida, debido a una cascada de efectos acumulados resultantes de múltiples actividades en varios sectores industriales y otras acciones que se llevaron a cabo sin ningún plan de acción global (Sagristà, R. Sardà, & Serra, 2019).

Por otra parte, el único gran sumidero de material sedimentario en la zona es el cañón de Blanes y a lo largo de la costa los puertos deportivos que interceptan el movimiento del material sedimentario.

11.7.14. RED NATURA 2000.

En las proximidades únicamente se encuentra el ZEC "Costas del Maresme", pero sin afectar a la zona de actuación.

La ZEC Costes del Maresme (ES5110017) es un espacio marino con una superficie de 2906,36 Ha situado en la costa del Maresme frente a Mataró (ver Figura 107.-), que presenta un elevado interés de conservación ya que alberga una importante pradera de Posidonia Oceanica, fanerógama que genera los ecosistemas más importantes del Mediterráneo. Muchas especies encuentran los nutrientes necesarios para su supervivencia así como el hábitat adecuado entre los brotes de posidonia y sus rizomas, que llegan a constituir un enorme entramado recubierto de sedimentos donde se alojan multitud de individuos. Los hábitats de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) presentes en el espacio son el 1120. Algares de posidonia y el 1170. Fondos marinos rocosos y concreciones biogénicas sublitorales. La única especie de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) de presencia probable en el espacio es la 1.224 Caretta caretta.

Se muestra en la figura siguiente.

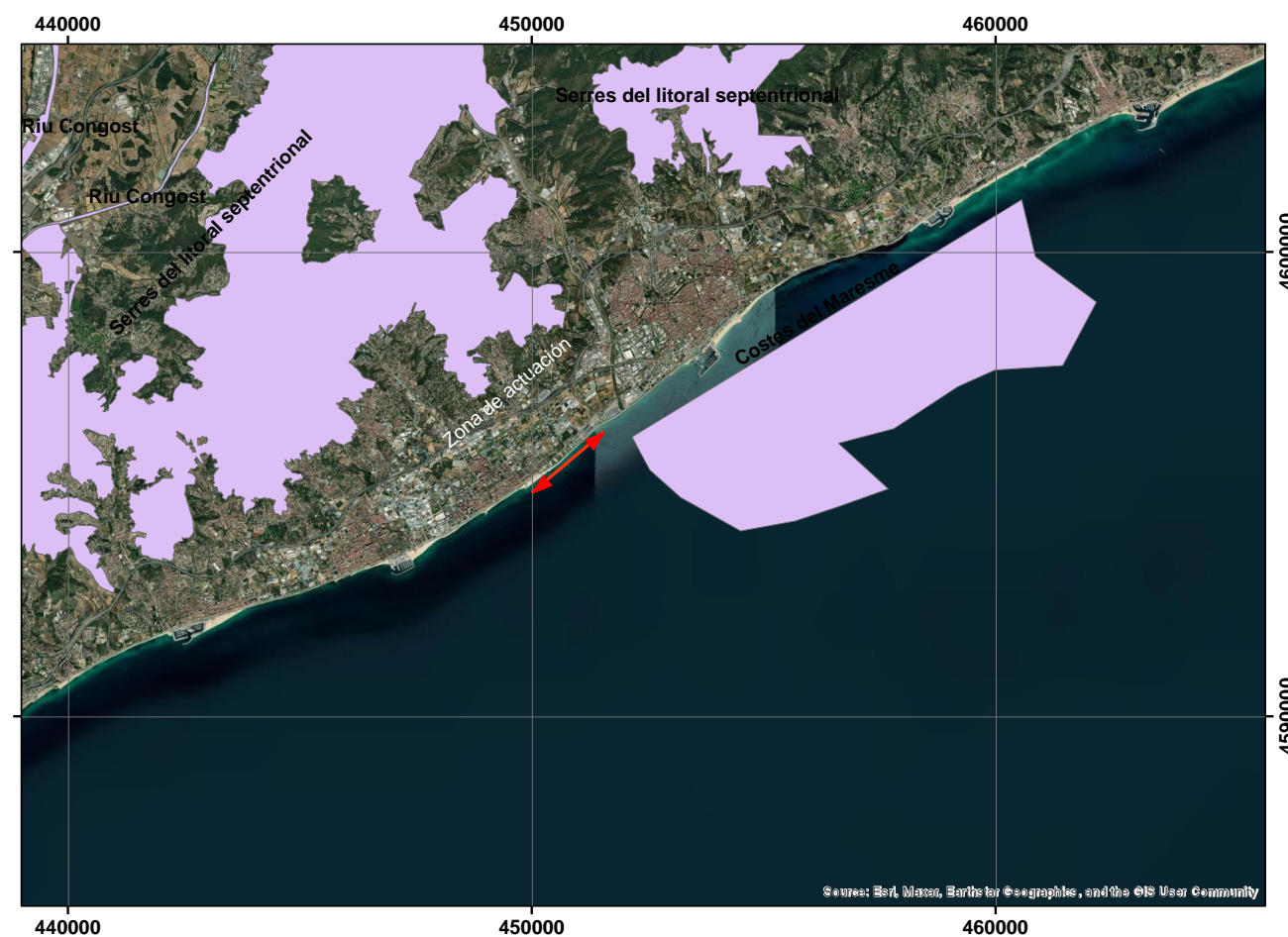


Figura 186. Red Natura 2000

El proyecto no afectará a esta ZEC.

Al norte, en se encuentra la ZEC Serres del litoral septentrional (ES510011). Se trata de un conjunto fisiográfico complejo con una superficie de 19.463,2 Ha integrado por varias unidades, de las cuales la más cercana a la zona de

proyecto es La Conreria - Serra de Sant Mateu - muntanyes de Céllecs (ver Figura 108.-), con predominio de materiales graníticos y esquistosos. Se trata de un espacio característico del país del encinar litoral donde tienen gran importancia as pinedas litorales del pino piñonero; su fauna es la característica de los ambientes mediterráneos, sólo con algunas penetraciones extramediterráneas en los enclaves más húmedos.

El proyecto no afectará esta ZEC.

11.7.15. INTEGRACIÓN DE ESPACIOS EN LA RED DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS DE ESPAÑA (RAMPE)

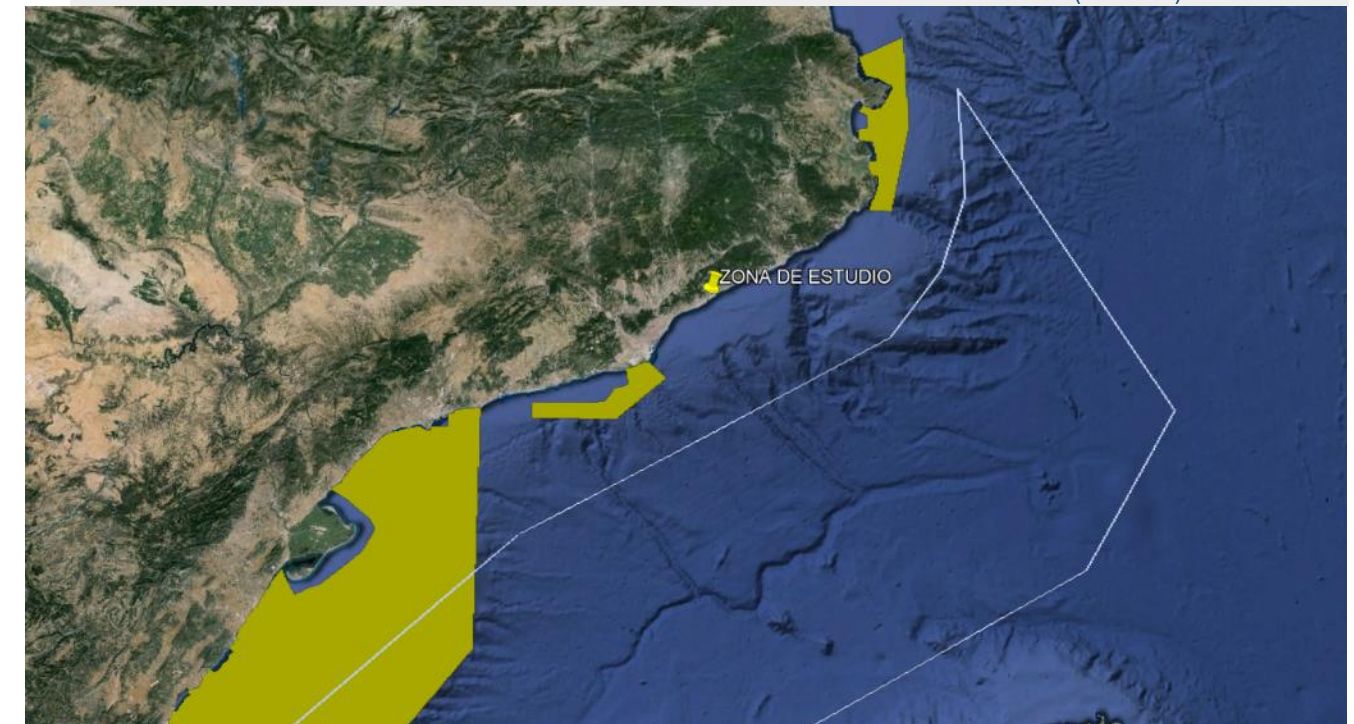


Figura 187. Espacios protegidos por la RAMPE en la zona de estudio

En la zona de estudio del presente proyecto, no existe ningún espacio protegido por la RAMPE, que se vaya a ver afectado por la realización de las obras, ya que las zonas que tenemos en las cercanía de las mismas son:

- Espacio marino del Baix Llobregat-Garraf: catalogado como ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves), se encuentra a una distancia de más de 35 km del proyecto y por tanto no sufrirá ningún tipo de afección.



- Espacio marino de l'Empordà: también catalogado como ZEPA, se encuentra a una distancia de 75 km y por tanto, tampoco se ve afectado por las obras.



- Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo: catalogado como AMP (Área Marina Protegida) y como ZEMPIM (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo), se encuentra a una distancia de más de 45 km hacia mar adentro, tampoco se verá afectado por ninguna actuación del proyecto.



11.7.16. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS POR LEGISLACIÓN AUTONÓMICA.

La Legislación estatal (Ley 42/2007) prevé cinco figuras de protección (Parques, Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos), mientras que la legislación autonómica relativa a la conservación de la naturaleza incrementa las denominaciones elevando a la tipología de espacios naturales a más de 40.

En el caso de Cataluña, podemos encontrar hasta 285 espacios protegidos, entre los cuales, el más cercano a la zona de proyecto es el de "Costes del Maresme" considerado como Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) dentro de "Otros Espacios Naturales Protegidos". Este espacio se encuentra a más de 730 m de distancia de la zona de estudio, y por tanto, se considera que no se verá afectado por las obras.



11.7.17. CALIDAD DEL AGUA

Es evidente que cualquier obra de dragado implica una resuspensión de materiales finos que implica necesariamente la alteración de la calidad del agua, de manera transitoria y con una intensidad que depende del volumen de finos movilizados. En este caso, la valoración del impacto se realiza teniendo en cuenta los valores de referencia propuestos en otros PVA del litoral de Barcelona (Demarcación de Costas en Cataluña, 2005), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 82. Evaluación de los parámetros de control en el PVA de la Demarcación de Costas en Cataluña 2005

VARIABLE	COMENTARIO	VALORES DE REFERENCIA INVIERNO
Penetración de la luz	Medida a través del disco de Secchi. Está afectada por las condiciones concretas en el momento de la lectura.	> 6 m
Turbidez	Medida nefelométrica de la turbidez del agua. Las alteraciones se producen por unidades de obras que suponen movilización de finos (dragado, vertidos escollera, relleno cajones, etc).	< 5 NTU (superficie)
Materias en suspensión (MES)	Concentración total de material retenido en un filtro de fibra de vidrio y que incluye tanto fracción orgánica como inorgánica. Tiene el mismo comportamiento que la turbidez pero la concentración de MES puede verse sensiblemente afectada por causas ajenas a las obras, como episodios de lluvias intensas.	< 10 mg/l (superficie)
Oxígeno disuelto	Este gas forma parte de los principales procesos del sistema (respiración y fotosíntesis). Su concentración en un momento dado informa del "stress" del sistema debido generalmente a un exceso de materia orgánica aunque se ha demostrado que determinadas causas ajenas a las obras (como "mareas rojas") pueden alterar al balance de oxígeno disuelto.	Valor saturación en superficie: >80% Sin gradientes significativos a lo largo de la columna de agua
Metales pesados	La concentración de estos compuestos en el agua es muy baja y proceden de la liberación a partir de los sedimentos. Sólo en la fase de dragado puede producirse una resuspensión de finos acompañada de un aumento transitorio de la presencia de determinados metales en la columna de agua.	Metales más tóxicos (Cd, Hg) < 1,0 ppb Otros metales (Cu, Pb, Cr) < 10 ppb Metales mayoritarios (Zn, V) < 1,0 ppm

11.7.18. PAISAJE

El paisaje en el que se incluye parte de la actuación se define como natural y seminatural (lámina de agua y playas), siendo el elemento primordial la propia masa de agua (el mar mediterráneo). Se otorga a este escenario una calidad visual media y, por tanto, una fragilidad media frente a actuaciones.

El paisaje en el que se incluye la zona urbana (urbanización), se define como antrópico. Su configuración actual es el resultado de un intenso manejo por parte del hombre, de modo que los elementos que lo configuran no se disponen de forma arbitraria en el territorio, sino con una intención de máximo aprovechamiento y uso. La fragilidad de este escenario ante nuevas actuaciones es baja, más por cuanto los potenciales observadores están habituados a este entorno transformado en parte que acogerá las obras. El elemento dominante en este paisaje son las edificaciones, en un horizonte plano y poco cambiante.

11.7.19. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL.

Cabrera de Mar es un municipio de la comarca de El Maresme situado en un pequeño valle abierto al litoral, entre las localidades de Vilassar de Mar y Mataró. Combina montaña y mar con una gran riqueza arqueológica en el poblado íbero, al pie del castillo de Burriac y en varios yacimientos romanos en el núcleo urbano.

Situado a unos 28 kilómetros de Barcelona, y a 104 metros sobre el nivel del mar, el centro del municipio se encuentra a 2.5 kilómetros de distancia del mar, en un pequeño valle entre dos montañas: Burriac y Montcabrer.

El área más cercana al mar presenta un perfil plano. La línea de costa está formada por una playa de arena dorada y fina de 1.200 metros de longitud por una anchura variable entre 10 y 40 metros. Por su parte, el interior presenta un relieve muy accidentado por la presencia de la sierra de Sant Mateu, parte de la Cordillera Litoral.

Tradicionalmente, la base de la economía ha sido la agricultura, con predominio de los productos hortícolas.

En el sector más montañoso del término hay una extensión forestal donde predominan los bosques de pinos. A partir de la década de 1960, los campos de cultivo (donde continúan predominando los cultivos de huerta y de plantas ornamentales y flores, principalmente claveles, con la utilización de invernaderos) han mermado en beneficio de la industria y del turismo.

La industria adquirió un desarrollo importante desde el principio del siglo XX gracias a la proximidad con Mataró. En la zona industrial, que se extiende en buena parte a los dos lados del camino del Mig, hacia Mataró, hay instaladas numerosas empresas, tanto pequeñas como medianas, muy diversificadas: textil (que abarca más de la mitad de la actividad industrial local con varias empresas de género de punto, acabados textiles, blanqueo, tintes, estampados...), cartón, derivados del plástico, electrodomésticos, artes gráficas, metalúrgicas, cemento, la actividad industrial local con varias empresas de género de punto, acabados textiles, blanqueo, tintes, estampados...), cartón, derivados del plástico, electrodomésticos, artes gráficas, metalúrgicas, cemento, empresas de transporte, de agua mineral, etc. En cuanto a la oferta turística de Cabrera, que tiene 1.200 metros de playa, dispone de plazas hoteleras y de un albergue juvenil situado en la Torre Ametller.

Gentilicio: Cabrerence, cabrerenca

Km2 cuadrados: 9.05 Km

Altitud: 104 m

Coordenadas: 41° 31' 39" N, 2 ° 23' 44" E

Los principales núcleos de población se concentran en el centro del pueblo y en el Pla de L'Avellà, pero existen otros destacables como:

Vecindario de Agell: Masías dispersas y tierras de cultivo.

Urbanizaciones a orillas del mar: Costamar, Bonamar y la Franja.

Tabla 83. Estadísticas de Cabrera de Mar desde idescat

Cabrera de Mar	
Població 2023	4.948
Homes 2023	2.482
Dones 2023	2.466
Densitat 2023	551,0
Població amb nacionalitat espanyola 2023	4.573
Població amb nacionalitat estrangera 2023	375
Superfície 2023	8,98
Altitud 2013	104
Longitud 2013	2,395558
Latitud 2013	41,526783

Giny facilitat per idescat

11.7.20. ACTIVIDAD PESQUERA

Los puertos pesqueros más próximos a la zona de proyecto son los de Badalona (situado a unos 10 km al sur) y el de Arenys (a unos 21 km al norte).

La zona de proyecto se sitúa en las denominadas aguas interiores, en las cuales la competencia sobre pesca corresponde a la Generalitat de Catalunya.

11.7.21. INFRAESTRUCTURAS

Las dos únicas vías existentes son la antigua carretera N-II entre los PK 642 y 644 que es paralela a la línea de costa y la carretera B-502 que va desde la N-II hacia el norte y conecta con Argenton.

11.7.22. PLAN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA MUNICIPAL DE CABRERA DE MAR

En la zona de actuación del proyecto observamos la clasificación del suelo en SC: suelo costero. Está delimitado con el resto de las zonas del municipio por el ferrocarril, representado por SF: suelo ferroviario.

La zona de actuación se desarrolla sobre la playa de Cabrera de Mar, la cual tiene unos 136.227 m². El suelo está clasificado de tipo no urbanizable en el Catastro.

11.7.23. MEDIO CULTURAL

Según las fuentes bibliográficas, no se han descrito puertos propiamente dichos en la zona de intervención. Se han documentado las playas como accesibles a embarcaciones menores y la construcción de embarcaciones de cabotaje en la segunda mitad del siglo XIX. Es posible que en época clásica las desembocaduras de las rieras se constituyeran en puntos accesibles al interior para la carga y descarga de mercancías.

Se han identificado en la zona potenciales fondeaderos, utilizados durante episodios de vientos terrales. Estos puntos son susceptibles de acumular una cultura material de origen y cronología heterogénea, tal y como manifiestan los datos facilitados por el CASC para la Riera d'Argentona, la Riera de Cabrera, La Barra d'en Cintet, y la Romaguera.

No se han documentado naufragios ocurridos en la zona de estudio en momentos históricos.

La prospección subacuática con medios geofísicos no ofreció resultados positivos desde el punto de vista patrimonial.

De todos los puntos recogidos en la diversa documentación manejada, sólo dos son susceptibles de afectación desde el punto de vista de protección del Patrimonio Cultural (Il. 12):

- Nàutic de Cabrera (subacuático). Impacto: Crítico.
- La Barra d'en Cintet (subacuático). Impacto: Medio.

El primero de ellos es una referencia que identifica un expolio, sin que se defina un yacimiento ni localización del mismo, ni siquiera su existencia constatada.

El segundo supone una proximidad al yacimiento definido que no implica una afectación directa al mismo. No se han identificado yacimientos terrestres susceptibles de ser afectados por los trabajos propuestos.

Estimamos que la protección de un hipotético registro arqueológico en la zona afectada queda garantizada con el establecimiento de un control arqueológico. Éste deberá desarrollarse durante la retirada de sedimentos en las proximidades de estos dos puntos recogidos en la Carta Arqueológica Subacuática del CASC.

11.8. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS POSIBLES EFECTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE

11.8.1. VARIABLE AMBIENTAL AIRE

El único elemento generador de impacto que se evalúa para esta variable es la presencia de la maquinaria de obra que será la encargada de ejecutar las acciones de proyecto: aporte de material de escollera para la construcción del espigón. Así mismo, este impacto será producido también por la maquinaria que extraiga el material para la escollera y el que realice el dragado.

Durante la fase de construcción indudablemente será precisa la presencia y trabajo de maquinaria de gran porte (grúas, elevadores, camiones, etc.) para efectuar las acciones de construcción de los espigones. El principal efecto sobre la atmósfera derivado de la maquinaria, inherente a toda obra constructiva, en mayor o menor magnitud, es la emisión de gases y partículas procedente de la combustión de los motores y el rodaje.

Como nivel de referencia para las emisiones pueden utilizarse los factores de emisión de un volquete de 30 toneladas, cuyos valores quedan recogidos en la tabla siguiente.

Tabla 84. Factores de emisión de un volquete de 30 t (Fuente: USEPA, 1973)

CONTAMINANTE	EMISIÓN (g/km)
Partículas	0,75
Óxidos de azufre (SO _x y SO ₂)	1,50
Monóxido de Carbono	12,75
Hidrocarburos	2,13
Óxidos de nitrógeno (NO _x y NO ₂)	21,25
Aldehídos (HCHO)	0,19
Ácidos orgánicos	0,19

El marco normativo regulador de la contaminación atmosférica causada por los gases de escape de los vehículos de motor se establece a nivel europeo y no ha sido aún traspuesta. En concreto, es la *Directiva 70/220/CEE del Consejo, de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la contaminación atmosférica causada por los gases de escape de los vehículos de motor* (DO L 76 de 06/04/70) la primera disposición referente a la materia. Desde 1970 esta Directiva ha sido modificada por 21 actos y el análisis de este compendio legislativo permite obtener unos valores de referencia de emisiones de gases para vehículos de la categoría N1 o los “vehículos destinados al transporte de mercancías con una masa máxima no superior a 3,5 Tm” y los camiones, quedando las cifras compiladas en la siguiente tabla:

Tabla 85. Valores de referencia para emisión de gases de tubos de escape de vehículos industriales ligeros (Fuente: COM (2005) 683. Comisión de la Comunidad Europea del 21/12/05 y otras Directivas Europeas modificatorias)

Vehículos	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM	HUMO
Vehículos industriales ligeros < 1305 kg (N1-I)	0,50	-	0,23	0,18	0,005	-
Vehículos industriales ligeros 1305 -1760 kg (N1-II)	0,63	-	0,295	0,235	0,005	-
Vehículos industriales ligeros < 1760-3500 kg (N1-III)	0,74	-	0,3505	0,280	0,005	-
Camiones	1,5	0,16	-	2,0	0,02	0,5

Nota: se toma como referencia la norma EURO V por ser la vigente, aunque está en proceso de aplicación la EURO VI. Igualmente se considera que los motores de los vehículos son diésel, por ser más eficiente.

Por otro lado, junto con la liberación de las sustancias gaseosas, como se observa en la tabla anterior, también se generan partículas (PM) y humos, pero éstos se desprenden en menor proporción. El material suspendido procederá del tránsito de la maquinaria por caminos no asfaltados y de la movilización del necesario para la fase constructiva. En este sentido, son las partículas de diámetro más pequeño las que generan problemas en la salud, pues son más fácilmente respirables. Así, el CSIC (2005) ya estableció que “las partículas con un diámetro menor de 10 µm pueden acceder a la parte superior del tracto respiratorio; mientras que las partículas de menos de 2,5 µm de diámetro, llegan hasta los pulmones, por lo que son potencialmente más peligrosas. Las partículas aún más pequeñas, de menos de 1 nm de diámetro pueden entrar

incluso en la circulación sanguínea". El tamaño de grano que va a movilizarse es superior a los indicados (escollera), por lo que no se producirán sobre la salud los efectos comentados.

En cualquier caso, estas emisiones serán puntuales y sólo producidas durante la fase de obras. El medio tendrá una recuperación inmediata y alta capacidad de absorción del efecto por lo que el efecto se **califica de negativo moderado**.

11.8.2. VARIABLE AMBIENTAL AGUA: TURBIDEZ Y ALTERACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA

Lógicamente, esta variable ambiental se verá afectada por la mayoría de las acciones de obra del presente proyecto, al desarrollarse éste fundamentalmente dentro del ámbito marino.

El estado inicial del agua se verá alterado por el vertido del material de escollera para la construcción de los espigones.

El efecto general de lo anteriormente considerado es una disminución de la calidad de las aguas por un aumento de la turbidez, relacionada con una disminución transitoria de la transmitancia de la luz. Este efecto será tanto más acusado cuanto menor sea el tamaño de grano del material del fondo, pues tarda más en depositarse.

En este sentido, para valorar la posible incidencia derivada de la alteración de la calidad del agua, se ha estimado el incremento de material resuspendido (relacionado directamente con la transparencia del medio y la turbidez) y su dispersión. Con esta estimación se conoce el tiempo que dura la resuspensión de material y el alcance de la pluma de turbidez, determinándose consecuentemente el grado de alteración al que se ve sometida la calidad del agua.

Debido a la baja cantidad de material fino y la velocidad de la corriente, se concluye que las obras proyectadas no provocan un incremento significativo de la concentración de material particulado en la columna de agua ni de la sedimentación en el fondo, siendo muy limitada en el espacio y el tiempo, la alteración de la calidad del agua.

En cuanto a la alteración hidromorfológica que representan los espigones, dada sus ubicaciones y dimensiones, ésta no representa ningún riesgo para que la masa de agua no pueda alcanzar su buen estado ecológico.

Por otro lado, tampoco se espera el paso de contaminantes desde el sustrato aportado a la playa a la columna de agua, por la buena calidad fisicoquímica de dicho sustrato.

Por último, debe considerarse la contaminación de la lámina de agua debido a la llegada de algún contaminante procedente de un vertido accidental de la maquinaria. Estos sucesos pueden producirse, y en caso de roturas o accidentes, puede haber derrames de aceites, combustibles que podrían afectar al agua y al sedimento. Existe claramente incertidumbre sobre la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos, lo cual dificulta su evaluación. En caso de producirse, si llegaran compuestos de los mencionados al agua el efecto sería negativo, al igual que para el caso del sedimento, dependiendo su magnitud de la del vertido producido. Este aspecto, si bien se menciona porque el riesgo existe, no se incluye en la cuantificación. Sin embargo, sí se proponen medidas preventivas aplicadas a la maquinaria y su mantenimiento dirigidas a minimizar al máximo el riesgo de que se produzcan estas situaciones. Éstas deberán observarse por el contratista en todas las fases de obras.

Estos hechos permiten catalogar el efecto como **negativo moderado**, siendo la resiliencia del medio alta ante esta perturbación.

Durante la fase de funcionamiento no se prevén efectos sobre la calidad de las aguas.

11.8.3. VARIABLE AMBIENTAL SEDIMENTO

Como se ha indicado, el sedimento en la zona de actuación presenta una clara gradación en tamaño entre la playa seca y el frente de playa y la zona sumergida. En la playa seca y el frente de playa el tamaño de grano es mayor, con presencia alta de gravas, mientras que en la zona sumergida, por debajo de -3 m, el tamaño es menor, dominando las arenas finas.

Durante la fase constructiva, las incidencias que pueden detectarse sobre la variable ambiental SEDIMENTOS se manifestarán sobre los vectores que se relacionan a continuación.

Se producirán variaciones topobatimétricas lógicamente en el fondo donde se construyan los nuevos espigones al producirse un cambio directo pero de escasa extensión (únicamente la asociada a la longitud de las estructuras) y fundamentalmente en el perfil de la playa. Esta variación será beneficiosa, importante y perdurable en el tiempo, lo cual evitará reposiciones periódicas del perfil de playa con aportes constantes, así como estabilizar y potenciar el refuerzo de esta sección costera y litoral.

Otro tipo de efectos que podría incidir sobre la variable son las modificaciones texturales, granulométricas y químicas, siendo esta incidencia derivada del vertido del material que conformarán los espigones (escollera). Así, el vertido de escollera generará una alteración, creando una superficie rocosa en una zona actualmente ocupada por sedimentos arenosos. En todo caso el efecto se considera poco significativo, por tratarse de un vertido de piedra natural similar a la existente en zonas cercanas.

Compilando todo lo expuesto, el efecto de la obra sobre la variable analizada se califica de **nulo o poco significativo**.

Durante la fase de funcionamiento no se prevén efectos sobre el sedimento.

11.8.4. VARIABLE AMBIENTAL DINÁMICA LITORAL

Durante la fase de construcción no hay efectos sobre la dinámica litoral, ya que el efecto sobre esta variable se expresa en la fase de funcionamiento.

Dos de los tres espigones no representan una barrera total al transporte sólido lateral, ya que no se llega a la profundidad de fondos activos (sobre los 5,00 metros), sin embargo, el espigón de 7 metros de profundidad sí presenta una barrera a dicho transporte lateral. El espigón provocará una acumulación de sedimento.

Por otra parte, fuera de la zona de influencia de los espigones, existirán las mismas condiciones actuales.

La construcción de los espigones, por lo tanto, tiene un efecto local, acumulando arena "aguas arriba" del mismo y protegiendo dicho tramo costero, pero no altera la dinámica fuera de dicha zona, más teniendo en cuenta la variabilidad del

funcionamiento dinámico del entorno, debido a la sinuosidad del frente costero. Por ello, el efecto del dique sobre la dinámica litoral se califica de poco significativo.

No obstante, el efecto de la existencia de los espigones sobre la playa se califica de positivo, aunque indirecto, con una intensidad alta pues éste se concibe para dar protección a la sección litoral que pretende protegerse. Se instaura como una solución a largo plazo que evite la pérdida de arena, mantenga el perfil de playa y equilibrio dinámico y proporciones salvaguarda a la costa y casas más cercanas (este efecto se considera y evalúa en la variable CALIDAD DE VIDA y EMPLEO).

Impactos positivos: el principal impacto positivo se relaciona con la modificación de la dinámica, ya que se evitarán los fenómenos de regresión que no sólo afectan al uso lúdico y recreativo de la playa sino que atentan a la conservación de los bienes públicos. Por otro lado, la pérdida de materiales puede provocar su acumulación en otros puntos, afectando a las comunidades presentes.

Se trata de un impacto de intensidad media tanto en la zona de aportación como en las zonas de extracción por los volúmenes implicados.

Todas las medidas preventivas, reductoras y compensatorias han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.

El impacto se considera moderado. Es un impacto de magnitud media en un recurso de valor medio, que resulta irreversible (excepto en la zona de extracción).

11.8.5. VARIABLE AMBIENTAL COMUNIDADES BENTÓNICAS

Antes de valorar los efectos del proyecto sobre esta variable ambiental, es conveniente recordar los diferentes tipos de comunidades localizadas en la zona, así como sus principales características ecológicas observadas:

- 030402- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales: se localizan en primer lugar en una zona de arena fina. Ocupa la mayor parte del fondo situado en la mitad suroccidental de la zona de estudio desde la -3 a la -17 m. En la mitad noreste es menos abundante este tipo de fondo alcanzando la -10 m. Se localizan también sobre arenas medias-gruesas enfangadas con ripples y megaripples. Aparece en la mitad suroeste por debajo de la -17m y hacia el noreste por debajo de la -10 m. También aparece rodeando las áreas ocupadas por afloramientos rocosos. Aparecen con estructuras de fondo tipo ripples y megaripples de dirección variable a lo largo de la zona de estudio. En este tipo de fondos no existen macrófitos y las especies dominantes suelen ser principalmente moluscos bivalvos de las familias Veneridae, Donacidae y Tellinidae. Por debajo de estos fondos de arenas finas superficiales, la fauna está constituida mayoritariamente por moluscos (bivalvos y gastrópodos), crustáceos, equinodermos y peces, con ausencia de algas y escasez de organismos suspensívoros.
- 030513 - Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas: Matitas dispersas de Cymodocea sobre arena fina entre la -5m y la -10m formando rodales longitudinales a las isobatas e la mitad suroccidental de la zona de estudio.

- 030512 - Praderas de Posidonia oceánica: Se localizan sobre arena fina y media. En la mitad nororiental de la zona de estudio, entre la -5m y la -10 m sobre arena fina y entre la -14m y más allá de la -20 m sobre arena gruesa enfangada con ripples. Aparece mayormente degradada formando rodeles dispersos paralelos a las isobatas.
- 030202 - Roca circalitoral dominada por invertebrados: fondo costero en la mitad sur de la zona de estudio, desde la orilla hasta la -3m, conformado por afloramientos rocosos, bloque y bolos sueltos. Afloramiento rocoso oblicuo a la cosa (barra rocosa), en dirección OSO-ENE, que se extiende desde -5m a -14m.

Una vez considerados estos apuntes preliminares, se hace necesario determinar los principales mecanismos de impactos derivados de la fase constructiva del proyecto que inciden sobre esta variable.

El principal vector de impacto deriva de la retirada permanente de los organismos asentados en el sedimento de las zonas ocupadas por el vertido de material de escollera y el vertido de arenas. Lógicamente, esta acción causará la destrucción total de las comunidades aquí presentes y su sustitución a lo largo del tiempo por otras, debido al cambio de condiciones al que se verá sometidas. En este caso, la construcción de los espigones provocará la eliminación de la comunidad presente en la ubicación de la misma, y cuya recuperación no será posible ya que llevan implicadas un cambio de sustrato (zonas de sustrato sedimentario pasarán a ser de sustrato rocoso).

Las comunidades que van a verse afectada en este sentido serán unas matas de posidonia existentes de pequeño tamaño y separadas entre ellas, debido a que las matas son de pequeño tamaño e inconexas, la afección sobre las mismas será de intensidad media.

En cuanto a los impactos derivados de la presencia de material en suspensión, éstos son la decantación de finos sobre las comunidades aledañas a la zona de estudio, con efectos claramente visibles, especialmente sobre las especies sésiles (aterramiento y asfixia), y disminución de la transmitancia de luz afectando a aquellos organismos dependientes de la misma.

Este vector de impacto, si bien tiene un radio de influencia mayor al anterior, su intensidad será notoriamente menor, más teniendo en cuenta que sólo afectará a comunidades de sustrato blando (con menor fragilidad ecológica).

En este sentido, hay que tener en cuenta los resultados obtenidos en la valoración de la calidad hidrológica (medio inerte), de los que se concluyen que el material en suspensión, y por tanto la turbidez, no llegara lejos, por lo que la afección, en caso de existir, se encontraría muy localizada en el espacio y en el tiempo.

Afecta a las Posidonia directamente (en las zonas de ocupación directa) e indirectamente (a través de la colmatación por finos puestos en suspensión). Tiene lugar durante el dragado y la aportación de materiales a la playa, por lo que es de tipo temporal. En el caso de las Posidonias afectadas indirectamente es de carácter reversible y recuperable, pues en cualquier caso el grado de colmatación será escaso y en el caso de la Posidonia afectada directamente por ocupación es de carácter irreversible e irrecuperable. Además es acumulativo, sinérgico, periódico y continuo.

En el caso de la afección a la Cymodocea, es un impacto también de intensidad baja ya que se trata de una afección indirecta a través de la dispersión de finos, y del volumen de finos puestos en suspensión la fracción puede alcanzar las

praderas inferior es la inferior a 10 µm que representa un porcentaje muy menor de los áridos y se encuentran a una gran distancia de la actuación.

Con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO SEVERO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto sin posibilidad de recuperación.

Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras, en la afección directa, IMPACTO SEVERO: ninguna de las medidas reduce el valor del recurso, la magnitud de impacto o su irreversibilidad.

En la zona de ocupación indirecta, con anterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO MODERADO: se trata de un impacto de magnitud moderada sobre recursos de valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.

Con posterioridad a la introducción de medidas reductoras IMPACTO COMPATIBLE: las medidas (barreras anticontaminación) reducen la magnitud del impacto a baja.

En la matriz de impacto se tendrá en cuenta como impacto principal el asociado a la zona de ocupación directa por ser el más grave (SEVERO) y como impacto secundario el asociado a la zona de ocupación indirecta (MODERADO antes de las medidas),

11.8.6. VARIABLE AMBIENTAL ESPECIES PROTEGIDAS

Tal y como se ha constatado en los trabajos de campo realizados de forma expresa para el presente proyecto en Julio de 2023 hay presencia de especies protegidas en el entorno de la zona de actuación, por lo que se debe evitar el impacto a estas especies. Se afecta a unas matitas de posidonia. Ya comentado en el apartado anterior.

En el caso de la afección a la tortuga boba es un impacto de intensidad baja o mínima pues se trata de una afección improbable y en caso de presencia en la zona antes del inicio de la obra, dada su movilidad, puede migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables.

11.8.7. VARIABLE PAISAJE

La alteración del paisaje vendrá dada por la presencia de la maquinaria encargada de ejecutar los trabajos en la zona de la playa y la lámina de agua (UVIs seminatural y natural), presumiblemente camiones, retroexcavadoras, cucharas, grúas, etc. Además de las dimensiones de este tipo de vehículos debe tenerse en cuenta su color, pues en el caso de tonalidades amarillentas el contraste cromático es menor que si se trata de tonos anaranjados o rojos. Estos componentes, ajenos al paisaje costero, provocarán una alteración puntual, asumible y de reversibilidad completa al estado preoperacional a la finalización de las obras, siendo los principales receptores los vecinos de las urbanizaciones aledañas a la playa, usuarios habituales de las mismas.

Los acopios de material en la zona de servicio de la obra también producirán el efecto comentado, pero igualmente sólo persistirán el tiempo de ejecución de las obras, desapareciendo completamente tras la ejecución.

El efecto de la alteración sobre el paisaje se califica de negativo pero con una importancia muy baja por la temporalidad del efecto, el colectivo que percibirá el efecto (reducido y localizado) y, sobre todo, la capacidad del medio de volver al estado preoperacional (lámina de agua) o incluso mejorado (incremento de la superficie de la playa).

En cuanto al efecto en la fase de funcionamiento, la presencia de los espigones, dado que en el entorno existen protecciones de escollera similares, y la zona se encuentra antropizada, el impacto se considera poco significativo.

Sí se producirá una recuperación del perfil de playa sobre esta UVI, provocado por la estabilización de la línea de costa, lo cual, si bien, no modificará las condiciones de la unidad, que seguirá siendo una playa, sí tendrá efectos positivos, al evitar pérdida de su identidad. El usuario suele darle a este paisaje una importancia notable por lo que la importancia de esta mejora es media.

Se trata de un impacto de intensidad media ya que las nuevas infraestructuras (espigones) son de baja cota de coronación, por lo que la alteración será pequeña en un paisaje ya de por sí modificado. Lo mismo sucede en el caso de la amplitud de la nueva playa, que implica recuperar una situación del pasado. IMPACTO MODERADO. Impacto de magnitud media sobre recursos de un valor alto con posibilidad de recuperación a medio plazo.

11.8.8. VARIABLE RUIDO

Otra alteración producida por la presencia de la maquinaria y acciones de la obra será el aumento en los niveles de ruido y vibraciones de la zona. Las características del efecto dependen directamente de la motorización de las máquinas (camiones, grúas móviles, hormigoneras, cucharas, etc.), que suelen ser de tipo diésel, cuya velocidad del giro del motor es menor y las componentes de baja frecuencia mayoritarias. Esto, unido al factor de compresión, mucho mayor en este tipo de máquinas, genera unos niveles de ruido considerables. No obstante, los efectos comentados se verán atenuados debido principalmente a la dispersión de las obras, en un entorno abierto, que favorecerá la difusión y asimilación de este tipo de contaminación.

La normativa vigente a este respecto es la siguiente:

- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE núm. 52 de 01/03/02) y su modificación por Real Decreto 524/2006, de 28 de abril (BOE núm. 04/05/06). Estas normas incorporan en su anexo unas potencias acústicas admisibles en función de la potencia de la maquinaria. Se encuentran reguladas las emisiones sonoras procedentes de máquinas compactadoras, grúas de torre, montacargas, motovolquetes, niveladoras, grúas móviles, etc. Corresponde al fabricante o representante autorizado de la maquinaria cumplir con los requisitos impuestos por la normativa europea y transpuesta al ordenamiento español a través de las normas citadas.
- Los límites legales establecidos a nivel estatal mediante el *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas* (BOE núm. 257 de 23/10/07). El Anexo II de la norma establece los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes (se considera, en este caso, con predominio de suelo residencial en 65 dB(A) durante el día y la tarde y 55 en la noche. Consecuentemente el Anexo III establece para sectores del

territorio con predominio del suelo de uso residencial los siguientes calores límites de inmisión: 60 dB(A) en día y tarde y 50 dB(A) durante la noche.

Una vez establecido el marco legal para evaluar la incidencia debe identificarse a los receptores del efecto producido por ruido y vibraciones de las obras de ampliación del dique exento, distinguiéndose a:

- Los propios operarios y trabajadores, pero éstos deben estar bien equipados y con los EPIs correspondientes, según la normativa.
- Las viviendas más cercanas, situadas localizados a unos 100 metros del área de trabajo. A esta distancia puede calcularse el Nivel de Presión Sonora (NPS) para distintos tipos de máquinas, utilizando el siguiente algoritmo que considera la onda sonora propagándose a través de una atmósfera homogénea, desestimándose la pérdida por atenuaciones (situación más crítica):

$$NPS_1 = NPS_2 - 20 \text{ LOG } (r_1/r_2)$$

Siendo NPS₁: NPS a una distancia r₁ y NPS₂: NPS a una distancia r₂.

Para este cálculo y con el objetivo de fijar los valores de base de las fuentes emisoras, se ha utilizado como criterio los estándares que marca la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU., para lo que se ha consultado el manual “Environmental Impact Assessment” de Larry W. Canter de la Universidad de Oklahoma, obteniéndose:

Tabla 86. NPS en la zona de viviendas más cercana al foco emisor

Maquinaria	(*)	Distancia al foco emisor (m)	NPS en el lugar considerado (dB(A))	NPS marcado por la legislación estatal (dB(A))		NPS marcado por la legislación autonómica (dB(A))	
	NPS a 15 m del foco emisor (dB(A))			Horario diurno	Horario nocturno	Horario diurno	Horario nocturno
Compresores	82	100	65,52	60	50	40	30
Grúas	80		63,52				
móviles							
Camiones	85		68,52				
Hormigoneras	80		63,52				

Como se observa, a la distancia considerada, el ruido generado por la maquinaria supera los 60 dB(A) establecidos por la legislación estatal. Sin embargo, este hecho no es demasiado relevante porque se evalúa el nivel de presión sonora que se alcanzará en las viviendas cuando las máquinas se encuentren trabajando, preferentemente en horario diurno, sin tener en cuenta el efecto de amortiguación de la atmósfera y el transporte de las ondas sonoras por el viento. Asimismo, no se tiene en cuenta el enmascaramiento del ruido por el propio generado por el área residencial. Con ello, el efecto percibido por los receptores será menor que el calculado. Además, la alteración se confina al plazo de construcción de los espigones, descartándose la aparición de efectos acumulativos porque no todos los vehículos se encontrarán operando al mismo tiempo (cada acción concreta precisará un tipo de máquina específica).

Con todo ello, el efecto se califica de negativo pero de importancia muy baja, dado lo limitado en el tiempo de la actuación y la capacidad de recuperación de los niveles de ruido basales o preoperacionales.

11.8.9. VARIABLE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

En el caso del Espacio Natural “Costes del Maresme” es un impacto de intensidad baja ya que sólo afecta a las especies bentónicas indirectamente, a través de la dispersión de finos.

Por otro lado las comunidades neríticas, dada su movilidad, durante la fase de afectación más intensa pueden migrar a otras áreas para encontrar condiciones más favorables. En cuanto a las planctónicas, existe una alta posibilidad de recuperación para estas poblaciones debido a su elevada capacidad de adaptación y regeneración.

El impacto es NULO / SIN IMPACTO: es un impacto de magnitud baja sobre recursos de valor medio con posibilidad de recuperación a medio plazo.

11.8.10. VARIABLE CALIDAD DE VIDA Y EMPLEO

En la fase de construcción pueden identificarse afecciones tanto de carácter negativo como positivo. Las primeras, centradas sobre el factor Calidad de Vida, vendrán dadas por las desprendidas de las acciones de las obras en sí, como son ruido, vibraciones, emisiones de gases, interferencia en el campo visual de observadores, alteraciones temporales del paisaje, etc., cada una de las cuales han sido valoradas en su epígrafe correspondiente. Todos estos efectos pueden repercutir en los habitantes de esta zona o en aquellas personas que se acerquen a la playa en el momento de la construcción. Sin embargo, el carácter de entorno abierto (espacio marítimo-litoral) de la zona atenuará, en gran medida, algunos efectos, al igual que las condiciones climáticas.

En la misma línea, se encuadrarían las alteraciones sobre el paisaje derivadas de la presencia de las obras, si bien también se analizó en el Medio Perceptual que sólo se visualizarán desde las primeras casas o desde la propia playa.

Sintetizando lo comentado, los efectos de signo negativo sobre la Calidad de Vida pueden considerarse poco significativos por los motivos anteriormente referidos, lo cual queda avalado por la temporalidad de las obras y su localización en el espacio.

En cuanto a las repercusiones de carácter positivo, éstas se producirán sobre el Empleo. Efectivamente, la actuación precisará tanto maquinaria como mano de obra y suministro de materiales (material de cantera). Estos aspectos afectarán directamente a la población con edad laboral del sector de la construcción y técnicos industriales, siendo éstos, por ello, los mayores beneficiados. Esta demanda de operarios y técnicos de construcción se verá sensiblemente incrementada mientras duren las obras, por lo que, aunque positiva, no se debe olvidar su carácter temporal.

Para sintetizar, los efectos del proyecto sobre la variable evaluada pueden considerarse negativos en esta fase sobre la CALIDAD DE VIDA, pero de baja intensidad por la temporalidad de las obras y trabajos constructivos a los que se asocian las molestias que pueden desprenderse sobre las personas. Por otro lado, el efecto sobre el EMPLEO es positivo opero de media intensidad por la temporalidad de las actuaciones.

Durante la fase de funcionamiento se verá un impacto positivo de baja intensidad sobre la calidad de vida por el efecto de incremento de la playa y reducción del riesgo de erosión.

11.8.11. MEDIO CULTURAL

No se va a realizar el dragado en zona con restos arqueológicos ni en ninguna zona de servidumbre arqueológica.

Se realizará un estudio más exhaustivo en este sentido en la zona de dragado. Si se evidencia algún resto, se paralizarán los dragados.

11.8.12. MATRIZ DE IMPACTOS

La caracterización y valoración completa de todos los impactos se ha resumido en forma de una matriz que se presenta en la tabla siguiente.

En dicha tabla la “x” indica la caracterización del impacto considerado principal y la “0” la del impacto secundario. El impacto principal es el finalmente considerado en su evaluación.

Elementos receptores de impacto		Carácter		Tipo		Duración		Momento			Reversibilidad					Intensidad o Magnitud			Acumulación			Periodicidad		Continuidad		Probabilidad				Valor del recurso afectado			Valoración de los impactos				
		Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	A corto plazo	A medio plazo	A largo plazo	Reversible	Irreversible	Recuperable a corto plazo	Recuperable a medio plazo	Irrecuperable	Baja (mínima)	Media (Moderada)	Alta (notable)	Simple	Acumulativo	Sinérgico	Periódico	Irregular	Continuo	Discontinuo	Cierto	Probable	Improbable	Desconocido	Alto	Medio	Bajo	Sin impacto o nulo	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
Aire	Alteración de la calidad atmosférica		x	x		x		x			x		x			x				x	x		x		x					x			x				
Agua	Incremento de la turbidez de la columna de agua		x	x	0	x		x			x			x			x		x	0	x		x		x					x				x			
	Alteración de la calidad química del agua		x	x	0	x		x			x		x			x			x	x		x		x			x			x				x			
Sedimento	Modificación de la batimetría y naturaleza del sustrato	x	0	x	0	0	x	x			x		x				x			x	x		x		x					x				x			
Dinámica litoral	Afección a la dinámica litoral	x		x			x		x			x			x		x		x			x		x		x				x				x			
Comunidades plantónicas y bentónicas	Afección a las comunidades plantónicas y neríticas	0	x		x	x		x			x			x			x		x	x	x		x				x			x				x			
	Afección a las comunidades bentónicas	0	x	x			x	x				x	0	x			x		x		x		x		x						x				x		
Especies y hábitats protegidos	Afección a la tortuga boba y Cymodocea nodosa		x		x	x			x		x			x		x			x	x	x		x				x			x				x			
	Afección a la Posidonia		x	x	0	0	x	x	0		0	x		0	x		x		x	0	0	0	x	x		x				x				0	x		
Paisaje	Alteración del paisaje	0	x	x			x			x		x		x			x		x			x		x		x				x				x			
Ruido	Alteración de la calidad acústica		x	x		x		x			x		x			x				x	x		x		x					x				x			
Espacios naturales protegidos	Afección a los Espacios naturales protegidos		x		x	x			x		x		0	x		0	x			x		x		x			x				x			x			
Calidad de vida y empleo	Alteración de las actividades recreativas y de ocio	x	0	x			x	x			0	x		0	x		x		x	0		x		x		x					x		0		x		
	Alteración a los recursos pesqueros	0	x		x			x			x			x		x			x			x		x				xs		x				x			
Patrimonio histórico.	Alteración al patrimonio histórico		x	x			x	x				x			x		x		x			x		x				x		x					x		

Nota: la “x” indica la caracterización del impacto considerado principal y la “0” la del impacto secundario

11.9. CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO EN LA RED NATURA 2000

En las proximidades únicamente se encuentra el ZEC "Costas del Maresme", pero sin afectar a la zona de actuación.

La ZEC Costes del Maresme (ES5110017) es un espacio marino con una superficie de 2906,36 Ha situado en la costa del Maresme frente a Mataró (ver Figura 107.-), que presenta un elevado interés de conservación ya que alberga una importante pradera de Posidonia Oceanica, fanerógama que genera los ecosistemas más importantes del Mediterráneo. Muchas especies encuentran los nutrientes necesarios para su supervivencia así como el hábitat adecuado entre los brotes de posidonia y sus rizomas, que llegan a constituir un enorme entramado recubierto de sedimentos donde se alojan multitud de individuos. Los hábitats de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) presentes en el espacio son el 1120. Algares de posidonia y el 1170. Fondos marinos rocosos y concreciones biogénicas sublitorales. La única especie de interés comunitario (Anejo II de la Directiva 92/43 de Hábitats) de presencia probable en el espacio es la 1.224 Caretta caretta.

Se muestra en la figura siguiente.

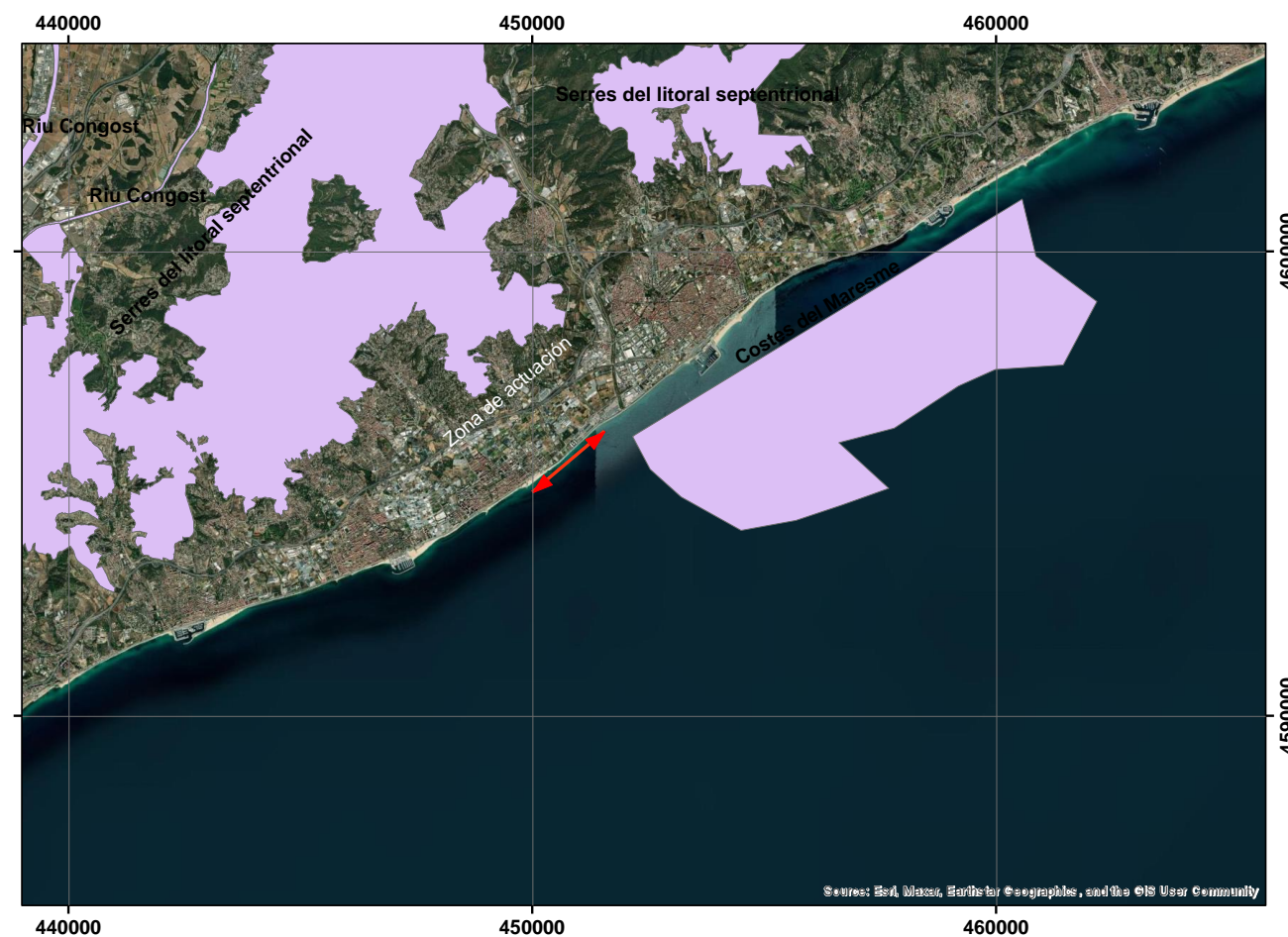


Figura 188. Red Natura 2000

El proyecto no afectará a esta ZEC.

Al norte, en se encuentra la ZEC Serres del litoral septentrional (ES510011). Se trata de un conjunto fisiográfico complejo con una superficie de 19.463,2 Ha integrado por varias unidades, de las cuales la más cercana a la zona de proyecto

es La Conreria - Serra de Sant Mateu - muntanyes de Céllecs (ver Figura 108.-), con predominio de materiales graníticos y esquistosos. Se trata de un espacio característico del país del encinar litoral donde tienen gran importancia as pinedas litorales del pino piñonero; su fauna es la característica de los ambientes mediterráneos, sólo con algunas penetraciones extramediterráneas en los enclaves más húmedos.

El proyecto no afectará esta ZEC.

El análisis específico de las repercusiones del proyecto sobre la Red Natura 2000 se ha efectuado en el apartado anterior a través de los impactos en las comunidades bentónicas, afección a la posidonia y a las espacios naturales protegidos.

11.10. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE ACCIDENTES GRAVES

Debido al carácter (tres espigones de escollera natural) y ubicación de la obra en una playa lejos del tráfico marítimo y de cualquier infraestructura de transporte o energía, se descarta la existencia de cualquier efecto negativo sobre los aspectos ambientales identificados, derivado de la ocurrencia de un accidente grave o destrucción de la obra, ya que en caso de destruirse el espigón las piedras de escollera natural (material inerte carente de sustancias tóxicas) quedarían esparcidas por la zona, sin provocar mayor alteración que la de la topografía del entorno inmediato.

11.11. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

En el presente apartado se describen las medidas para prevenir los impactos previamente identificados, caracterizados y valorados. Estas medidas tienen como objetivo:

- Evitar, disminuir, modificar, mitigar o compensar los efectos del proyecto en el medio ambiente.
- Aprovechar óptimamente las oportunidades que brinda el medio para el mejor éxito del proyecto.

La mejor garantía de integración ambiental del proyecto es aprovechar las posibilidades de adaptación de éste al medio, al ser la mejor forma de evitar la reactividad del entorno.

En su conjunto, las medidas correctoras no deben suponer una coartada para asumir cualquier tipo de actuación, sobre la base de que se corregirán los impactos. Siempre es preferible evitar un impacto a corregirlo, ya que las medidas correctoras también generan impactos sobreinducidos y por tanto efectos residuales de imposible eliminación.

Las medidas de adecuación ambiental que se describen a continuación serán aquellas que son competencia del promotor, no incluyéndose las que son responsabilidad de terceros.

11.11.1. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS SOBRE LA DINÁMICA LITORAL.

Todas las medidas preventivas y reductoras han sido incorporadas a nivel de Proyecto, con un diseño de espigones y de planta que minimice las mediciones de materiales, suficientes para cumplir los objetivos planteados.

11.11.2. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS SOBRE LA GENERACIÓN RESIDUOS

11.11.2.1. Fase de construcción

Las **escolleras necesarias para la obra deberán obtenerse de una cantera legalizada**, que dispongan de un plan de restauración del medio. En consecuencia, las comunidades vegetales que puedan quedar destruidas a consecuencia de la extracción de los materiales necesarios para la obra deberán compensarse a través de la replantación de especies autóctonas de acuerdo con el programa aprobado.

En caso de que sea necesario, **se dispondrá de una zona impermeable para el acopio provisional de las tierras contaminadas accidentalmente**, que pasarán a considerarse como residuos peligrosos.

Los residuos de construcción y demolición se gestionarán según lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Los RCD se destinarán, preferentemente, y por este orden a operaciones de reutilización, reciclado y otras formas de valorización, y si esto no es posible, a vertederos controlados debidamente autorizados. Quedan exceptuadas las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse fehacientemente su destino.

No se realizarán operaciones de limpieza, engrase o mantenimiento de maquinaria ni de los vehículos empleados en la realización de las obras en el área de actuación. Estas operaciones, salvo casos de urgencia o por la seguridad del personal, deberán realizarse en talleres e instalaciones adecuadas para ello fuera de la zona de estudio al objeto de evitar contaminar o afectar de cualquier modo la calidad del suelo y las aguas superficiales y submarinas.

Habilitación de una zona de almacenamiento temporal de residuos. Estará acondicionada convenientemente para tal fin y dotada de contenedores adecuados a la cantidad y tipología de los residuos generados durante la misma con especial atención a los inertes (RCD), fracciones valorizables y los residuos Peligrosos.

Los residuos generados durante la obra serán gestionados mediante el establecimiento de contratos con gestores autorizados para los distintos tipos de residuos.

Se establecerán medidas de reducción en la generación de residuos: Se contemplarán una serie de medidas de gestión ambiental de los productos a utilizar en obra, que fomentarán su reutilización posterior contribuyendo así a la reducción de los residuos generados.

El contratista redactará un plan de gestión de residuos que deberá ser aprobado por la dirección de obra.

Se realizará una limpieza final de la zona de obras. La limpieza y adecuación del terreno consistirá en la eliminación, incluyendo la recogida y transporte a vertedero, de todos los residuos de naturaleza artificial existentes en la zona de actuación. Esta limpieza se realizará antes y después de la ejecución de las tareas de restauración, mediante el uso de medios mecánicos en las áreas que reúnan las condiciones de acceso. En el resto de la superficie afectada se acude a la limpieza manual. La finalización de las obras debe incluir el cumplimiento de un Plan de Desmantelamiento de todas las instalaciones auxiliares provisionales, de los tramos de caminos que hayan quedado fuera de servicio, de las soleras, etc.

11.11.2.2. Fase de explotación

Recuperación y adecuación ambiental de la franja litoral afectada por las obras, zonas de acopio y vías de tránsito una vez concluidas las obras:

- Retirar todos los residuos de obra, realizándose una limpieza exhaustiva del entorno.
- Escarificar la totalidad de la parcela a fin de restaurar aquellas zonas que han sido compactadas por el paso de vehículos pesados.

11.11.3. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

11.11.3.1. Fase de construcción

Elección de itinerarios asfaltados para el transporte de materiales.

Los caminos de acceso a la obra aprovecharán los viales de acceso existentes a la playa.

Se minimizará la afección producida por el acceso de vehículos y de materiales a las obras, para lo cual se hará un análisis detallado de los accesos y los itinerarios de circulación de los vehículos de obra, así como de las restricciones horarias de éstos, en coordinación con el Ayuntamiento de Cabrera de Mar.

Todos los vehículos pesados, susceptibles de afectar a la calidad del aire o que puedan ocasionar vertidos, circularán con sus debidas protecciones para evitar emisiones de partículas y derrames.

Riego o humectación de las zonas de obra, áreas con movimiento de tierras y caminos de rodadura asfaltados y no, para reducir la creación de polvo.

En las operaciones que requieren movimiento de tierras secas y movimiento de vehículos y maquinaria por caminos sin asfaltar con presencia de material fino, se procederá periódicamente a realizar riegos con agua no potable mediante camión cisterna o similar a fin de evitar el levantamiento y dispersión de material polvoriento. El riego con agua tiene una eficacia del 84% y el 56% para las partículas totales e inhalables respectivamente. Será necesario sobre todo en el periodo seco. Los riegos serán de aproximadamente 2,5 L/m².

Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión.

Las medidas preventivas a adoptar por todos los vehículos y maquinaria de obra con motores de combustión serán las preceptivas para cada tipo, en cuanto a los programas de revisión y mantenimiento que el fabricante especifique.

Independientemente, y antes del comienzo de las obras, se asegurará que todos estos vehículos y maquinaria garanticen, mediante las revisiones pertinentes, los siguientes aspectos: Ajuste correcto de los motores, Potencia de la máquina adecuada al trabajo a realizar, Estado correcto de los tubos de escape y Empleo de catalizadores. No se permitirá el trabajo de maquinaria o vehículos de obra que no tengan validadas las ITV.

Se tendrán al día y en regla, por parte del Jefe de obra, todos los registros de las inspecciones de los vehículos de obra que pertenezcan al parque de maquinaria al objeto de tener garantizada la baja emisión de gases contaminantes como CO₂, NO_x, HC, Pb, etc.

Limpieza de los lechos de polvo en las calzadas colindantes a las zonas de obra donde se hayan depositado.

Los posibles lechos de polvo acumulado en las carreteras circundantes de acceso al entorno de la zona de actuación se retirarán a medida que se vayan produciendo, manualmente o con maquinaria adecuada. De esta manera se evitará tanto, la presencia de suciedad como el riesgo de creación de nubes de polvo por el tránsito de vehículos.

Empleo de toldos en los camiones o riegos del material transportado susceptible de crear pulverulencias o pérdidas de material en sus recorridos.

Con el objeto de evitar el deterioro de la calidad del aire por la creación de polvos al transportar el material, se procederá a la colocación en todos los camiones de toldos convenientemente ajustados que eviten la pérdida de dicho material o que el viento arrastre las partículas más pequeñas poniéndolas en suspensión en el entorno con las consiguientes inconveniencias y molestias.

11.11.3.2. Fase de explotación

No se contemplan medidas a este respecto.

11.11.4. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LA HIDROLOGÍA

11.11.4.1. Fase de construcción

Control de las operaciones de vertido y enrasado del camino de acceso a los espigones, y del vertido del material del espigón, al objeto de evitar el deterioro de la calidad de las aguas por turbidez y contaminación.

Respecto a las operaciones de preparación del camino de acceso, éstas se realizarán adecuando la tipología del mismo al tipo de fondo de manera que genere la mínima turbidez. Las actuaciones de balizamiento, movimiento de equipos marinos, medios de remolque, etc., deben seguir las instrucciones relativas a seguridad marítima y prevención de la contaminación de la Capitanía Marítima.

Los trabajos de vertido en la playa deberán seguir el procedimiento estipulado en el artículo 131 de la *Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de Régimen Económico y de Prestación de Servicios de los Puertos de Interés General*.

Durante el vertido, personal técnico cualificado en medio ambiente vigilará la correcta ejecución de las operaciones. Durante las obras se vigilará la resuspensión de los sedimentos y en caso de que se originen condiciones de turbidez excesiva se paralizarán las labores que dan lugar a la misma hasta que los parámetros se normalicen.

En cuanto al vertido de contaminantes diversos y aguas residuales durante las obras, se hace necesario minimizar los riesgos estableciendo una red de control de calidad durante y después de la actuación, con especial interés en evitar vertidos accidentales.

Control de la contaminación por vertidos desde tierra

Las medidas relativas a la protección de la calidad de las aguas durante la fase de construcción, frente a vertidos que tengan su origen en la obra y en las instalaciones de obra serán las siguientes:

- Todas las operaciones de lavado de maquinaria se llevarán a cabo dentro de las instalaciones construidas con este fin.
- Se plantea el vertido de las aguas residuales domésticas a la red de saneamiento pública local.
- Gestión de combustibles y lubricantes. Para evitar vertidos incontrolados durante el repostaje y los cambios de lubricantes de la maquinaria estos se desarrollarán en puntos específicos externos a la obra, perfectamente equipados y autorizados.

La utilización de embarcaciones y de medios auxiliares han de cumplir la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (MARPOL).

Tener localizadas las barreras de contención de contaminación por HC más próximas. Si no existen se deben adquirir y tenerlas en el puerto de operaciones.

11.11.4.2. Fase de explotación

No se contemplan medidas a este respecto.

11.11.5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LOS SEDIMENTOS

11.11.5.1. Fase de diseño

La principal medida preventiva se ha introducido a nivel de Proyecto en el que se ha optimizado y minimizado las mediciones de arena y escollera y la superficie a ocupar. El hecho que en el Proyecto se haya optimizado el volumen de materiales a emplear y que éstos tengan muy poco porcentaje de finos es muy positivo para moderar el impacto residual.

11.11.5.2. Fase de construcción

Se identifican las siguientes medidas preventivas y reductoras:

- Al ser un impacto de carácter transitorio, la intensidad se relaciona directamente con la duración de la obra. Debe procurarse, por tanto, utilizar medios de capacidad suficiente para que se reduzca el plazo de ejecución.
- Uso de barreras antiturbidez para la extracción de arenas y la realización del vertido en la playa a regenerar, para impedir de este modo la dispersión de finos hacia profundidades mayores, limitando espacialmente la zona afectada por la turbidez.
- Se recomienda que las obras tengan lugar preferentemente en otoño e invierno, fase con menor interferencia sobre las variables ambientales. No obstante, no se considera una condición determinante en función de la evaluación de impacto.
- Se suspenderá la aportación de materiales a la playa en condiciones de agitación del mar que incremento significativamente la distancia de transporte de la pluma.
- Se considera que las operaciones debieran suspenderse a partir de alturas de ola significativa >1,5 m.
- La draga de succión en marcha deberá incluir las válvulas antiturbidez o "green valve" (TSHD en sus siglas en inglés), para que la entrada de aire en el rebose se reduzca significativamente y se reduzca la turbidez. Como

resultado el rebose con sedimentos en suspensión desciende directamente al lecho marino y no queda en suspensión por burbujas de aire.

- Instalación de un sistema automático de control de turbidez próximo a la zona de extracción (campo cercano, medio y lejano) con el objetivo de que los valores altos de turbidez producidos por la dispersión de finos durante la extracción no lleguen a alcanzar la ZEC. Para ello se plantea llevar a cabo tanto un control de la turbidez en campo cercano, medio y lejano a tres profundidades (superficial, media y a 2 metros del fondo). A su vez se llevará el control en una zona de no afección. De este modo podrá comprobarse si las elevadas concentraciones de turbidez producidas en un determinado momento son única y exclusivamente debidas a la extracción del material. En caso de que esto sea así, las operaciones de dragado, se propone que se suspendan en cualquiera de las siguientes situaciones: o Concentraciones de 9 NTU en los sensores del campo medio durante más de 3 horas. o Concentraciones de 2 NTU detectado en los sensores del campo lejano (zona limítrofe de la ZEC) durante más de 3 horas.
- Control de la calidad química de las aguas de mar mediante el análisis de distintos parámetros, para verificar que se cumple con el RD817/2015 y no afecta a los usos que sustenta o bien, que no existe más de un 20% de desviación respecto a las condiciones de referencia iniciales.
- Utilizar los medios adecuados que provoquen la menor resuspensión posible de sedimentos al medio. En general, el vertido de materiales se realizará con aquellas técnicas y medidas que minimicen al máximo la dispersión de los finos en el medio.
- Control del material vertido para la construcción del espigón, al objeto de que esté libre de sustancias contaminantes y materia orgánica. Con el objeto de evitar la alteración del fondo marino y los sedimentos, se procederá a realizar un control sobre los materiales que se empleen para las operaciones de construcción de los espigones, para evitar cualquier tipo de contaminación ocasional del fondo marino con presencia de materia orgánica y potencialmente componentes que por su naturaleza supusiesen un posible contaminante químico o biológico del fondo marino.

11.11.6. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS MARINAS/ESPECIES PROTEGIDAS

11.11.6.1. Fase de diseño

El Proyecto: contiene medidas preventivas del impacto:

- Optimización del diseño reduciendo el volumen de escollera.
- Reduciendo al máximo el volumen de arena que debe extraerse.
- Utilización de canteras con proyecto de restauración. Esta medida es una medida compensatoria de la biomasa perdida.

11.11.6.2. Fase de construcción

Delimitación y balizamiento exacto de la zona de obras Se procederá a delimitar y controlar el perímetro de actuación, comprobando que no se afectan las comunidades bentónicas ambientalmente más valiosas.

Se proponen las siguientes medidas adicionales, encaminadas a **evitar la dispersión y transporte de los materiales finos**, que ayudan a mitigar el impacto sobre las comunidades bentónicas. Todas las medidas ya identificadas en el caso de los impactos sobre la calidad física y química del agua.

Las medidas para reducir la afección de las comunidades plantónicas son las siguientes: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación.

Las medidas para reducir la afección a la Cymodocea nodosa: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación .

Las medidas para reducir la afección a especies protegidas (**tortuga boba, Posidonia O.**) Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación.

Paralización de las obras en caso de avistamiento de ejemplares de algún ejemplar de tortuga boba en el entorno de la obra.

Las medidas para reducir la afección al resto de especies dentro de los Espacios Naturales Protegidos: Todas las medidas, ya descritas en los apartados correspondientes, encaminadas a evitar el empeoramiento de la calidad de las aguas en sus diferentes aspectos y a reducir el impacto sobre las comunidades naturales de la zona de actuación

11.11.7. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO PAISAJÍSTICO

11.11.7.1. Fase de diseño.

Las principales medidas reductoras del impacto han sido introducidas a nivel de Proyecto:

- Diseño de la actuación con dimensiones reducidas.
- Diseño de obras de defensa con baja cota de coronación.

11.11.7.2. Fase de construcción

Mimetización de las instalaciones de obra y creación de pantallas visuales que oculten sus vistas, en el caso en que se ubicación en áreas visualmente accesibles lo haga necesario

Se procederá a la ocultación de las instalaciones auxiliares de obra más visibles, en caso de que la Dirección Ambiental de la obra lo estime conveniente. Para ello se procederá a la implementación de pantallas mimetizadas.

Uso de arena del mismo color a la existente actualmente en la playa a regenerar.

Limpieza de la obra.

Obtención de los materiales en una cantera autorizada de modo que disponga de plan de restauración que permita corregir las alteraciones producidas por la obra

11.11.8. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO ACÚSTICO

11.11.8.1. Fase de construcción

La ejecución de las obras contempladas en este proyecto no supone una amenaza grave a la calidad acústica del entorno, ya que se ejecutarán sobre terrenos abiertos. En cualquier caso, como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Para ello se plantean una serie de medidas básicas:

Los procesos de carga y descarga se acometerán sin producir impactos directos sobre el suelo, tanto del vehículo como del pavimento, y se evitará el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Se verificará el mantenimiento correcto de la ficha de inspección técnica de vehículos a toda la maquinaria que vaya a ser empleada y la homologación en su caso de la maquinaria respecto al ruido y vibraciones.

Se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la *Directiva 2000/1141CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000*.

Se limitará la realización de trabajos que impliquen utilización y movimientos de maquinaria o vehículos pesados, en los horarios y prescripciones marcadas por la legislación autonómica en vigor, y las ordenanzas del municipio afectado.

Para evitar molestias por vibraciones, toda la maquinaria contará con sistemas de amortiguación precisos para minimizar la afección. El contratista deberá utilizar compresores, gánguiles y grúas de bajo nivel sónico, revisando y controlando periódicamente los silenciadores de los motores de la maquinaria de obras, utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de los volquetes.

Se analizará la posibilidad de limitar el número de máquinas que trabajen simultáneamente, así como el control de la velocidad de los vehículos de obra en la zona de actuación. Esta medida se tendrá en cuenta cuando los niveles sonoros de inmisión en el ambiente exterior superen los niveles máximos permisibles.

11.11.9. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA

11.11.9.1. Fase de construcción

Evitar llevar a cabo las obras de vertido en playa en los meses estivales Al objeto de no afectar al uso de la playa en los meses estivales se propone evitar la construcción de los espigones en julio y agosto.

Realización de un Plan de Transporte de los Materiales. Este Plan tratará de evitar en la medida de lo posible la afección a la población de Cabrera de Mar con molestias referidas al tráfico de vehículos, congestión de los mismos, niveles de ruido, contaminación atmosférica., etc.

Promoción y activación de la mano de obra local o regional para incrementar la población activa de la zona de estudio Aunque no es constitucional limitar el empleo a la mano de obra local, se propiciará en lo posible por parte de la Dirección de Obra y el contratista, el empleo de personal de la zona, mediante la introducción entre los criterios de valoración para la adjudicación de la obra y sus trabajos subcontratables, el de la presencia real en la zona.

Aplicación de medidas genéricas para atenuar en lo posible el deterioro del confort ambiental del entorno de la actuación

Con el objeto de paliar el deterioro de la calidad ambiental derivado de las obras de construcción, se aplicarán todas las medidas referidas a emisión de polvos, partículas en suspensión y ruidos. Su cumplimiento dependerá del Jefe de Obra, quien será el responsable, bajo las indicaciones de la Dirección ambiental, de que todas las medidas correctoras ya mencionadas se apliquen y supongan una atenuación real de los efectos perniciosos que implica la obra sobre los habitantes del área afectada.

No se deberá olvidar asimismo la restitución de todos los posibles servicios afectados por las obras como luz, agua, gas, teléfono, etc.

Con respecto a la alteración de los recursos pesqueros, las medidas reductoras más eficaces han sido introducidas a nivel de Proyecto: minimización de los volúmenes de arena y escollera, por lo que se reduce sensiblemente la intensidad de los impactos sobre el medio marino y, con ello, sobre los recursos pesqueros. Además son eficaces todas las medidas, ya descritas, encaminadas a evitar la dispersión y transporte de los materiales finos, tanto por sus efectos físicos como químicos. Como medidas específicas se proponen las siguientes:

- Realizar las obras preferiblemente en la época con menor interacción con la explotación de los recursos.
- Reducción del plazo de ejecución mediante el uso de medios potentes ya que se trata de un impacto de carácter temporal.
- Dar aviso a las Cofradías de Pescadores que tienen su actividad en la zona a fin de que procedan a retirar los artes con anterioridad al inicio de las obras.

11.11.10. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS DEL IMPACTO SOBRE LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS

Desarrollar un programa de vigilancia ambiental de la obra que procure el control del hallazgo de restos arqueológicos.

11.12. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

De forma general, un Plan de Vigilancia Ambiental tiene por objeto desarrollar el seguimiento y control de los aspectos medioambientales del proyecto, estableciendo así un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y la Declaración de Impacto Ambiental. El Plan de Vigilancia debe permitir la valoración de aquellos impactos que son difícilmente cuantificables en la fase de estudio, y si fuera necesario, diseñar nuevas medidas correctoras para éstos. Debe constituirse como una herramienta que permita gestionar con anticipación el devenir ambiental de la obra, previendo aquellas incidencias potenciales que puedan implicar retrasos o alteraciones significativas del calendario y planificación de la obra. E incluso tener previstas estrategias que permitan ofrecer respuestas inmediatas y reacciones ágiles ante acontecimientos inesperados con implicaciones medioambientales de difícil previsión.

Por otro lado, el Plan de Vigilancia Ambiental debe contener las directrices a seguir para la realización de las inspecciones de campo y trabajos de gabinete pertinentes para asegurar que, en todo momento, las empresas implicadas y profesionales competentes en la materia, cumplan los aspectos ambientales y las condiciones aplicadas al proyecto de obra. Por último, el Plan de Vigilancia Ambiental se indicará el proceso de seguimiento de las actuaciones del proyecto, a la vez que se describirán los tipos de informes, su frecuencia y su período de emisión.

A continuación se han detallado todos y cada uno de los controles a realizar, haciendo hincapié en aspectos fundamentales como la localización y periodicidad de los mismos, los resultados obtenidos, la redacción de informes, etc.

11.12.1. OBJETIVOS GENERALES

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras establecidas en este Documento Ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras ejecutadas. En el caso de que se consideren ineficaces, se deberán plantear medidas adicionales y analizar las causas de esas ineficiencias.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto que teóricamente generará la actuación, de acuerdo con lo expuesto en esta memoria, y el real, producido durante la ejecución de la obra y su posterior evolución.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación llevada a cabo anterior a la ejecución de la obra, es decir a nivel de redacción de esta memoria. Por lo tanto, una de las funciones fundamentales del Programa de Vigilancia Ambiental es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica, a continuación, las medidas correctoras oportunas.
- Establecer procedimientos de medida, muestreo y análisis que permitan la caracterización ambiental y monitorización de la zona de influencia del proyecto, tanto en estado preoperacional (medidas de estado cero), como durante el proceso de implantación y las obras.
- Ofrecer al titular del proyecto un método sistemático, eficaz, sencillo, económico y técnicamente viable de vigilancia ambiental de las acciones del proyecto.
- Describir el tipo de informes que han que realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.
- Disponer, en definitiva, de una dirección ambiental que asesore a la dirección de obra y que tenga como función controlar el cumplimiento de las condiciones del PVA contenidas en el estudio de impacto ambiental y en la declaración de impacto, incluida la planificación y organización conjunta con la Dirección de Obra.

11.12.2. RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

La responsabilidad de la puesta en práctica del presente Plan de Vigilancia Ambiental y, por tanto, del cumplimiento, control y seguimiento de las medidas protectoras y correctoras recae sobre el órgano que ejerce la titularidad del proyecto,

en este caso la Dirección General para la Sostenibilidad de la Costa y el Mar. Ésta podrá realizar esta labor con personal propio o externo que se responsabilizará de ejecutar el Plan de Vigilancia Ambiental y de realizar las siguientes tareas:

- Verificar la evaluación inicial de los impactos previstos y comprobar el seguimiento de la evolución de la calidad de los principales vectores ambientales implicados en las obras.
- Controlar la aplicación de las medidas correctoras previstas para el proyecto, así como el cumplimiento de las condiciones recogidas en la DIA y que tienen su reflejo en el PVA correspondiente.
- Proponer la redefinición de nuevas medidas correctoras en el caso de ineficacia de las actuaciones previstas o por aparición de efectos difíciles de prever.
- Detectar la aparición de impactos no deseables controlando todas las operaciones posibles y focos puntuales de contaminación originados a consecuencia de las actividades de la obra, anticipándose a la aparición de los efectos y proponiendo, siempre que la ocasión lo permita, medidas de carácter protector antes que las de carácter corrector.
- Actualizar del programa de Indicadores Ambientales, sustituyendo aquellos complejos, costosos o difíciles de calcular, por otros más adecuados y versátiles.
- Realizar los informes del Programa de Vigilancia Ambiental y remitirlos al Órgano Ambiental competente.
- Coordinar el seguimiento de las mediciones.

Por su parte, la empresa constructora (contrata) tiene que tener un **Responsable Técnico de Medio Ambiente** que se hará responsable de la ejecución de las medidas correctoras y de facilitar a la Dirección Ambiental del proyecto la información y medios necesarios para aplicar eficazmente el Plan de Vigilancia Ambiental, así como para elaborar los informes periódicos necesarios que serán facilitados a la Dirección Ambiental. De la misma forma, el Responsable Técnico de Medio Ambiente de la contrata deberá asegurarse de que la labor de los subcontratados también cumpla las medidas correctoras establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

El Responsable Técnico de Medio Ambiente, en el caso de detectar alguna anomalía en la aplicación de las medidas correctoras o algún impacto no previsto en el Estudio de Impacto Ambiental, deberá comunicarlo a la Dirección Ambiental del proyecto que será la responsable de tomar las medidas oportunas para mitigarlo y de ponerlo en conocimiento del Órgano Ambiental competente.

Para que la labor de la persona responsable de la Dirección Ambiental del proyecto sea realmente efectiva debe haber una buena comunicación entre ésta y la Dirección Técnica del proyecto, la cual deberá estar informada de todo lo relativo al Plan de Vigilancia Ambiental y de proporcionar a la Dirección Ambiental la información que le sea necesaria (cronograma de los trabajos a realizar, peticiones de material, lugares de deposición de residuos, personas responsables de cada labor o fase del proyecto, etc.).

11.12.3. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Con carácter previo al comienzo de las obras, la empresa constructora entregará al titular del proyecto un Manual de Buenas Prácticas Ambientales. Estas buenas prácticas incluirán una serie de prácticas respetuosas con el medio ambiente, que no requieren cambios tecnológicos ni interferencias en los procesos productivos, producen rápidos y sorprendentes resultados, son de bajo coste, involucran a todo el personal de la obra e incrementan la productividad y la calidad. Este manual incluirá una serie de técnicas de minimización y medidas tomadas por la Dirección de Obra y el Responsable Técnico de Medio Ambiente con las que se pretende reducir los efectos sobre el medio ambiente de las tareas de ocupación y transformación del suelo, de utilización de recursos, y de generación de residuos y vertidos líquidos.

El contenido mínimo del Manual serán las siguientes prescripciones:

- Prácticas de control de residuos y basuras. Se explicitará específicamente las tareas de gestión y control de aceites usados, latas, envolturas de materiales de construcción, tanto plásticos como madera, etc.
- Actuaciones prohibidas, mencionando específicamente la realización de hogueras, vertidos de aceites usados, aguas de limpieza de hormigoneras, escombros y basuras, etc., haciendo especial referencia al control de los vertidos al medio marino.
- Prácticas de conducción y/o navegación, velocidades máximas, obligatoriedad de circular únicamente por los caminos y viales de accesos señalados en el Proyecto y navegar por las rutas que se dispongan (para evitar efectos indirectos), etc.
- Evitar ocupar y/o discurrir por las áreas definidas como zonas de no invasión (zonas de sensibilidad ambiental y/o social).
- Realización de un Diario Ambiental en el que se registrarán las personas responsables de realizar cada una de las operaciones ambientales programadas y el seguimiento de las mismas. La responsabilidad de la elaboración de este Diario recaerá en el Responsable Técnico de Medio Ambiente.

Este Manual deberá ser aprobado por la Dirección Ambiental de Obra y difundido a todo el personal.

11.12.4. ASPECTOS E INDICADORES SOMETIDOS A VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se establecen los aspectos que serán objetos de vigilancia, así como las acciones de seguimiento y control para cada una de ellas. Del mismo modo, se establecen los criterios e indicadores que se utilizarán para realizar el seguimiento de su aplicación. Las medidas y controles a los que se refiere cada uno de los siguientes apartados para cada variable afectada, se desarrollarán con la periodicidad que se marca en cada caso, con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún accidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible en la variable en cuestión.

El Plan de Vigilancia Ambiental ha quedado estructurado en tres apartados principales:

- Antes del inicio de las obras

- Durante la ejecución de las obras
- Tras la finalización de las obras
- Plan de vigilancia específico durante las operaciones de traslado del material y construcción de los espigones.

11.12.4.1. Antes del Inicio de las Obras

La Dirección Ambiental deberá revisar el marco normativo ambiental (comunitario, estatal, autonómico y municipal) que es de aplicación en la obra.

La Dirección Ambiental deberá revisar y emitir informe de valoración del Programa de Actuaciones Medioambientales del Contratista para comprobar que se incluyen todas las medidas de carácter ambiental definidas en el Pliego de Ejecución de Obras, Estudio de Impacto Ambiental, Declaración de Impacto Ambiental y Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

Planificación metodológica del funcionamiento de la Dirección Ambiental.

El contenido de esta tarea abarcará como mínimo los siguientes ámbitos:

- Elaboración de un cronograma detallado que se adapte al Programa de Obras.
- Elaboración de un cuadro resumen que confronten las operaciones de vigilancia y sistemas de control con la programación de las acciones.
- Definir la situación, características y viabilidad técnica de las estaciones de control de calidad de agua, de observación rutinaria del estado de la obra (incluye el control del transporte y la comprobación de la correcta gestión de residuos), etc.
- Trabajos de integración en el esquema organizativo del control ambiental de obra y, en concreto, de coordinación con la Dirección de Obra.
- Control de las medidas protectoras y correctoras
- Determinación de la periodicidad de los informes, que serán de carácter mensual, salvo los informes especiales y específicos.
- Determinación de los canales de comunicación frente a situaciones de no conformidad. Se definirán los mecanismos de toma de decisiones ante emergencias ambientales (Plan de Emergencia Ambiental).

Establecimiento de un calendario de obra.

CALENDARIO DE ACTUACIONES EN LA FASE DE OBRA

SEMANALMENTE

- Visita a las obras.
- Calidad de las aguas en el ámbito de las obras. Observación visual.
- Control del estado de los viales de acceso a la obra.
- Programa de riegos y limpieza mecánica de viales.
- Control de los movimientos de tierras/arenas.
- Control de las operaciones de transporte.
- Control del aforo de vehículos.
- Control de la implementación de medidas correctoras.
- Control de que las operaciones se realizan en todo momento dentro del área balizada y que se impide el vertido clandestino de materiales ajenos a la obra.
- Control de que no se realizan labores de mantenimiento de maquinaria en la obra y en el caso de que se disponga de una zona para ello, que ofrezca las garantías suficientes.
- Control y Protección del Patrimonio Arqueológico, si así lo decide la administración competente en materia de bienes culturales.
- Redacción del informe diario del Plan de Vigilancia Ambiental
- Reportaje fotográfico.
- Control de vertidos de aguas.
- Verificación de la correcta gestión de los residuos y su adecuación al Plan de Gestión de Residuos y a la normativa sectorial vigente.
- Comprobación de itinerarios.

MENSUALMENTE

CALENDARIO DE ACTUACIONES EN LA FASE DE OBRA

- Redacción del informe de desplazamiento de vehículos.
- Control de que toda la maquinaria utilizada en la obra cumple las especificaciones comunitarias en cuanto a emisión de contaminantes y ruidos.
- Recopilación de datos relativos a los indicadores ambientales y comprobación de su eficacia y utilidad.
- Procedimientos ambientales.
- Edición del informe mensual.
- Recopilación de la información meteorológica y atmosférica.

ANUALMENTE

- Seguimiento medioambiental de la Playa de Cabrera de Mar mediante levantamientos topobatómétricos y toma de muestra granulométricas (máximo 5 años).

Revisión de los Planes de Gestión Ambientales (PGA) propuestos por los diferentes contratistas.

Los Contratistas deberán disponer de un sistema de gestión ambiental según la norma UNE-ISO-14001 en sus conceptos ambientales y en los metodológicos, así como los procedimientos definidos por el sistema de calidad, certificados por la norma UNE-ISO-9001. Se tendrá que adaptar su sistema al Plan de Gestión Ambiental de la obra al inicio de esta.

El contenido básico que se considera, como propuesta, que ha de tener el Plan de Gestión Ambiental es el siguiente:

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- INTRODUCCIÓN
 - Objetivo del Plan
 - Estructura del Plan
 - Descripción del ámbito o del Plan
- SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL
 - Introducción

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- Componentes del SGA
- Sistema de gestión documental
- Prácticas operacionales: Medidas correctoras
- Modelo de impactos potenciales
- MEDIDAS EN LA FASE PREVIA DE OBRA
 - Comisión de seguimiento ambiental
 - Formación del personal
 - Ubicación de accesos
 - Ubicación de las instalaciones auxiliares
 - Ubicación de préstamos, vertederos y zonas de acopio
 - Documentación de elementos catalogados
- MEDIDAS EN FASE DE OBRA
 - Seguimiento ambiental
 - Medidas correctoras de protección del medio
 - Medidas preventivas
- GESTIÓN DE RESIDUOS
 - Introducción
 - Gestión de residuos de envases industriales
 - Gestión de residuos tóxicos y peligrosos
 - Residuos sólidos urbanos
 - Sistema de clasificación de residuos
- MEDIDAS EN FASE DE CLAUSURA
 - Clausura y restauración de préstamos y vertederos
 - Restauración de caminos de acceso

CONTENIDO BÁSICO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CONTRATISTA

- Restauración de la zona de instalaciones auxiliares
- MEDIDAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN
 - Programa de vigilancia ambiental
 - Mantenimiento y conservación de los espigones y la playa.

Elaboración de un Plan de Gestión de Residuos

El Plan de Gestión de Residuos debe asegurar, como mínimo lo siguiente, referido tanto a residuos peligrosos, como no peligrosos así como a Residuos de Demolición y Construcción (estos últimos de acuerdo al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de Residuos de Demolición y Construcción):

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por [Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos](#), o norma que la sustituya
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del [artículo 5](#).
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

De forma particular, deberá de redactarse el correspondiente Manual de Minimización de Residuos encargado de analizar los tipos de residuos cuya producción sea más probable para, posteriormente, proceder a la descripción de las mejores técnicas para su minimización y gestión. Así, los residuos que, de forma preliminar, cuentan con una mayor probabilidad de producción serán:

- Residuos de Construcción y Demolición
- Residuos No Peligrosos
- Residuos Peligrosos

Por último, se hará especial hincapié en la localización de la Zona o Zonas de Almacenamiento Temporal de Residuos, donde deberán localizarse los contenedores que faciliten su recogida selectiva, y en el establecimiento de los controles necesarios que se llevará a cabo sobre la producción y gestión de los mismos.

Definición de los valores de referencia.

Será necesaria la definición, con el conjunto de la información disponible, de unos valores de referencia que permitan el seguimiento en el tiempo de los impactos asociados a las obras.

Los valores de referencia se considerarán como los valores para establecer las comparaciones necesarias que permitan evaluar la suficiencia o insuficiencia de las medidas correctoras aplicadas. La eficacia de las medidas correctoras se establecerá en función de los cambios experimentados en los valores de calidad del medio frente a los valores de referencia.

La determinación de estos valores es una tarea compleja en la que deben tenerse en cuenta diversas herramientas y aproximaciones que no sólo permitan obtener una imagen real del estado preoperacional sino, sobre todo, posibiliten mecanismos de alerta durante el desarrollo de las obras frente a posibles incumplimientos.

En función de los resultados de la campaña preoperacional, se definirán unos valores de referencia que en algunos ámbitos serán los legislativos (calidad atmosférica y ruidos, por ejemplo) mientras que en otros en los que no hay regulación (calidad química del agua) se definirán a partir de toda los antecedentes disponibles y la información contenida en el estudio de impacto ambiental.

Con carácter general, el valor de las diferentes variables controladas durante el programa de vigilancia no podrá superar en más de un 80% de las situaciones el umbral definido en los valores de referencia. Si esto ocurre, deberán definirse unas medidas correctoras adicionales.

Análisis de la idoneidad de los accesos provisionales a la obra a fin de minimizar el impacto sobre el medio atmosférico y la población residencial cercana.

- Se controlarán periódicamente los niveles de emisión de toda la maquinaria utilizada según lo establecido en la Directiva 92/97/CEE.
- Se limitará el número máximo de camiones que pueden circular por las vías de acceso a la zona de obras a fin de no superar el umbral de valores de referencia propuestos.
- Se estudiarán las vías de acceso a la obra y los horarios de trabajo, con el objetivo de minimizar el impacto sobre la población, favoreciendo los medios marítimos para el transporte del material de obra.
- Se definirán los programas de riego y barrido de viales en función de los niveles de contaminación atmosférica

Comprobación de que los pescadores de la zona han retirado los artes (nasas y trasmallos) de la zona de obras

11.12.4.2. Fase de Obra

En las canteras:

- Comprobación de que las canteras para la obtención de préstamos están legalizadas de acuerdo con la normativa que es de aplicación. Revisión de los planes de restauración.
- Comprobación de que la calidad de los materiales destinados a la obra y de que el porcentaje de finos es inferior al 5 %

Control de todas las operaciones relacionadas con el movimiento de materiales, como la vigilancia de la aplicación de todas las medidas preventivas de impacto (camiones con la carga cubierta, riego y limpieza de viales, etc.).

Se deberá analizar la idoneidad de los accesos provisionales a obra. Para ello, los contratistas facilitarán a la Dirección Ambiental información de la entrada y salida de los materiales de obra en relación con los siguientes aspectos:

- Vías de acceso.
- Horario de paso de vehículos.
- Frecuencia diaria de camiones.
- Acondicionamiento de los viales de acceso.
- Mantenimiento propuesto de caminos y viales.

La **periodicidad** de estos controles será SEMANAL, siendo uno de los parámetros de seguimiento, el conteo del número de desplazamientos de vehículos pesados con origen/destino a las obras.

Control de que la maquinaria y medios auxiliares, terrestres y marítimos, dispone de medidas anticontaminantes y cumplen las especificaciones establecidas a nivel de impacto ambiental.

Control de la gestión de los residuos, sólidos y líquidos, generados en la obra y control de la Zona o Zonas de Almacenamiento Temporal de Residuos.

Con periodicidad SEMANAL se deberá llevar a cabo la inspección relativa al control sobre la gestión de residuos. Se acometerán, al menos, las siguientes acciones:

- Recopilación de la documentación relativa a los residuos generados por la empresa contratista y subcontratistas, haciendo hincapié sobre la producción, gestión y destino de los mismos.
- Comprobación directa del estado de las obras en lo referente a los residuos, destacándose el estado de la zona de almacenamiento y sobre todo las incidencias que potencialmente pudieran ocasionarse.

Control de vertidos a las aguas

Se verificará que no se producen vertidos de ningún tipo (accidentales o incontrolados) a la lámina de agua. Se prestará especial atención a posibles derrames de combustibles, aceites y/o lubricantes, estando su control basado en la exhaustiva revisión del espejo de agua afectado por las obras. Este tipo de sustancias son fácilmente controlables e identificables al quedar sobre la superficie. No obstante, deberá prestarse especial atención a aquellos vertidos de aguas contaminadas que no presentan estas propiedades, como por ejemplo las residuales o las que contengan productos químicos. La actuación de control deberá realizarse de forma inmediata, activándose un sistema de emergencia que potenciará el control y vigilancia sobre el suceso acaecido, el cual estará activo hasta que se solventa la situación y se vuelva a la situación de normalidad.

Adicionalmente se mantendrá un control visual permanente durante las operaciones de colocación de escollera y aportación de arena, al objeto de verificar que no se produce un incremento sustancial de la turbidez en la zona, y en todo caso, que estos episodios son limitados temporal y espacialmente.

Balizamiento de la zona de aportación y de dragado mediante boyas con el fin de que en todo momento sea posible comprobar si las operaciones se llevan a cabo en su totalidad en la zona recomendada.

Comprobación de los perfiles batimétricos de la zona de aportación y de dragado de la cartografía bionómica a fin de certificar que la zona de está completamente libre de cualquier impedimento de tipo ambiental.

Control de que la descarga de los materiales se realiza de forma apropiada, procurando la sedimentación de los finos con anterioridad a su empuje hasta el agua.

Control de que el dragado y descarga de los materiales se realiza con la presencia de barreras antiturbidez y se cuenta con la presencia en obra de las barreras contra hidrocarburos.

Control continuado en la zona de dragado y de aportación de toda una serie de variables ambientales que pueden verse afectadas por la operación

- Referencia de la zona de descarga.
- Control de la pluma de dispersión de finos durante las maniobras de dragado y de vertido/aportación de materiales a la playa (persistencia y dirección).
- Seguimiento de la evolución de la calidad del agua de acuerdo con el programa de muestreo

Control topo-batimétrico continuo de la zona de dragado y de vertido a fin de conocer su evolución: grado de uniformidad en el material depositado y reducción de los calados a medida que avance el vertido de materiales.

Control de la posible aparición de restos arqueológicos o del patrimonio histórico, comunicando inmediatamente el hallazgo a las autoridades competentes.

Control de la deposición de correcta de los excedentes de tierras y de los materiales no aptos.
Cumplimiento de las condiciones para la gestión de tierras

Control de que la empresa adjudicataria de las obras no realiza mantenimientos de maquinaria en la parcela y que, en cualquier caso, dispone de los elementos necesarios para evitar que las averías produzcan contaminación en el medio.

Control de la gestión de los residuos líquidos y sólidos realizados durante las obras. Control de la ubicación y usos de almacenes

Control permanente de la calidad de las variables del medio terrestre que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre de la actuación 1 (Fuente: elaboración propia)

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre	
Contaminación acústica	1 estación de control en la zona de construcción de cada espigón y 1 estación en la zona de vertido de arenas. Se controlan las siguientes variables Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq) Nivel máximo (LAMáx) Nivel mínimo (LAMín) Niveles percentiles
Contaminación atmosférica	Se coloca una estación en la zona de obras. <ul style="list-style-type: none">Determinación de partículas en Suspensión (1 muestra/semanal)

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del medio terrestre	
	<ul style="list-style-type: none">Determinación de partículas sedimentables (1 muestra/mensual)

Control permanente de la calidad de las variables del medio marino que pueden resultar afectadas en esta fase de las obras

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del agua	
Estaciones	Tres: <ul style="list-style-type: none">1 en la zona de dragado.1 en la zona de descarga.1 de contraste fuera de la zona de influencia.
Número de niveles	Tres (superficie, medio y fondo)
Frecuencia de muestreo	Turbidez: diaria (sólo superficie) Completo de agua: semanal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none">perfiles de temperatura y salinidadpenetración de la luz (disco de Secchi)turbidezmaterias en suspensiónDBO5oxígeno disuelto y porcentaje de saturacióntres metales pesados (los de mayor concentración relativa/más tóxicos)

Control de la calidad del sedimento.

Programa de muestreo para el seguimiento de la calidad del sedimento	
Estaciones	Una en la zona de dragado.
Frecuencia del muestreo	Quincenal
Parámetros a analizar	<ul style="list-style-type: none">GranulometríaPotencial redoxContenido en materia orgánicaCarbono y nitrógeno totalesIndicadores de contaminación fecalMetales pesados

Control de eventuales aterramientos en la zona de *Cymodocea Nodosa* y de *Posidonia Oceanica*

Mensualmente se efectuará una grabación de la zona junto a la obra en la que se ha detectado presencia de *Cymodocea Nodosa*, y la zona con *Posidonia Oceanica* con objeto de apreciar eventuales aterramientos pese a las medidas mitigadoras incorporadas (barreras anticontaminación).

11.12.4.3. Fase de funcionamiento

Seguimiento ambiental de la playa

El seguimiento ambiental de la playa se llevará a cabo para conocer en qué plazos se han conseguido las posiciones de equilibrio de la playa. Contemplará las siguientes acciones:

- Levantamiento topobatimétrico.
- Toma de muestras de arena (granulometrías).

Periodicidad

Anual hasta la estabilización de la playa. Estas acciones se desarrollarán al menos una vez al año y en un periodo máximo de cinco años, a contar desde la finalización de la construcción de los espigones.

11.12.5. REVISIONES

El Programa de Vigilancia Ambiental en su conjunto, y de forma específica, los controles diseñados para cada variable, debe ser sometido a revisiones periódicas al objeto de constatar su eficacia.

La Dirección Ambiental será el responsable de evaluar la capacidad del Plan para lograr los objetivos previstos y proponer los cambios necesarios en los informes descritos anteriormente.

11.12.6. DOCUMENTACIÓN

Con objeto de estructurar adecuadamente la información generada y facilitar su archivo y consulta, se diseña el consiguiente sistema de almacenaje de datos, resultados e informes a utilizar durante la asistencia a la dirección ambiental en la elaboración del proyecto.

Esta información debe recoger todas las incidencias medioambientales a fin de tener una información detallada en cada momento de la situación actual del desarrollo de la misma. Estos informes serán elaborados por el Director Ambiental de Obra y remitidos periódicamente al Órgano Ambiental competente antes, durante y después de la ejecución de la obra.

A grandes rasgos, la información se estructurará en dos grandes bloques principales, los cuales quedarán interrelacionados entre sí de la forma establecida en el procedimiento correspondiente.

11.12.6.1. BLOQUE 1. Libro de Seguimiento Ambiental (LSA)

El LSA será el encargado de recopilar toda la información generada a partir de los controles de tipo específico, y especiales. Contará con una presentación en forma de fichas integradoras en la que primará la claridad en la exposición, la brevedad (será escueto y conciso) y la facilidad de consulta y manejo. Para cumplir con estas premisas, el LSA contará con dos apartados vinculados entre sí.

A. Registro General de Actuaciones Medioambientales (RGAM)

Este registro contendrá las fichas generales donde se especifica el alcance de cada una de las actuaciones de seguimiento y monitorización ambiental de todas las etapas del proyecto. En las fichas se especificarán los siguientes campos:

- Actuación.
- Fase del Proyecto.
- Nº de Registro.
- Fecha.
- Metodología a utilizar.
- Descripción de la Actuación.
- Observaciones/Necesidades.

- Apartado de Firmas (3).

Una vez finalizada la actuación o comenzado su seguimiento, la ficha deberá quedar rubricada por el jefe de obra (o en su defecto el responsable de MA de la obra) y por el director de la asistencia ambiental.

B. Registro de Fichas de Monitorización (RFM)

Este registro debe contener la totalidad de las fichas originales de monitorización elaboradas a pie de campo. Lógicamente, cada una de ellas debe tener su referente en una de las fichas incluidas en el RGAM. Así puede decirse que el RGAM describe y concreta las actuaciones de seguimiento y monitorización a desarrollar durante la vigilancia y el RFM recoge los datos específicos obtenidos para cada una de ellas.

El diseño de estas fichas dependerá de la monitorización a realizar por lo que los modelos variarán dependiendo de ello.

11.12.6.2. BLOQUE 2. Informes de Presentación de Resultados (IPR)

Estos IPR serán los que deberán ser remitidos de forma periódica a la empresa adjudicataria a fin de poner en su conocimiento el estado ambiental de la obra, el alcance de las actuaciones medioambientales, las incidencias detectadas y todos aquellos aspectos considerados de interés en el transcurso del periodo incluido en el informe. De esta manera, los IPR deberán ser de tres tipos diferentes, dependiendo del objeto final de los mismos. Así, se establecen los siguientes:

IPR Generales

Incluirán los resultados obtenidos de la monitorización rutinaria de las actuaciones incluidas en el RGAM. Además recogerá, si procede, las principales conclusiones obtenidas de los IPR Específicos y Especiales que a continuación se detallan. Su periodicidad será mensual.

IPR Específicos

Se redactarán para aquellas actuaciones que presenten una independencia propia relativa a los resultados y conclusiones a obtener. Así, quedarían encuadrados en ellos, informes como el de caracterización preoperacional de materiales de playa para el porte según las DGAMA, de caracterización preoperacional de la calidad hidrológica, de patrimonio histórico, etc., y todos aquéllos que se consideren oportunos abordar de forma extraordinaria. Su periodicidad, lógicamente, no queda establecida.

IPR Especiales

Se elaborarán en el momento en que se detecte alguna anomalía de entidad que suponga una variación en la monitorización y seguimiento establecido y genere la puesta en marcha de medidas adicionales de vigilancia. Su periodicidad, lógicamente, no queda determinada.

Por último, toda esta documentación deberá contar con la presentación adecuada para que la empresa adjudicataria pueda a su vez remitirlos a los organismos ambientales competentes u otras entidades que soliciten información al respecto.

12. NOTAS FINALES Y FIRMAS

El presente “Documento Ambiental” ha sido redactado por JUST SOLUTIONS para cubrir las necesidades asociadas al procedimiento de evaluación ambiental del “*Proyecto de estabilización de playas de Cabrera de Mar (Barcelona)*”.

En el presente estudio han participado los siguientes autores:

En Barcelona, a 22 de agosto de 2024

Directora del proyecto:

Autores del proyecto:

ANA M. CASTAÑEDA FRAILE

Dra. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Jefa del servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

LEONARDO S. NANÍA ESCOBAR

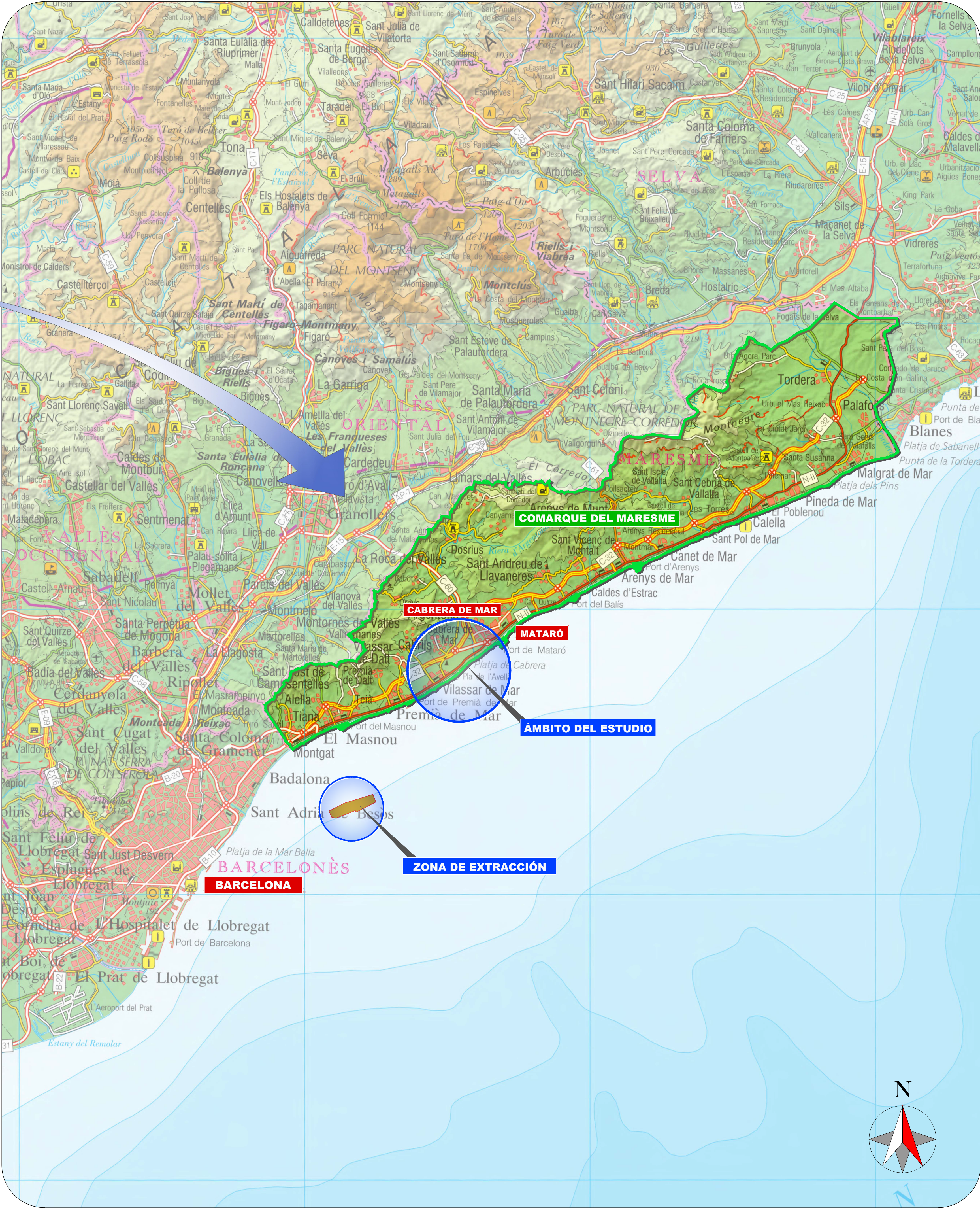
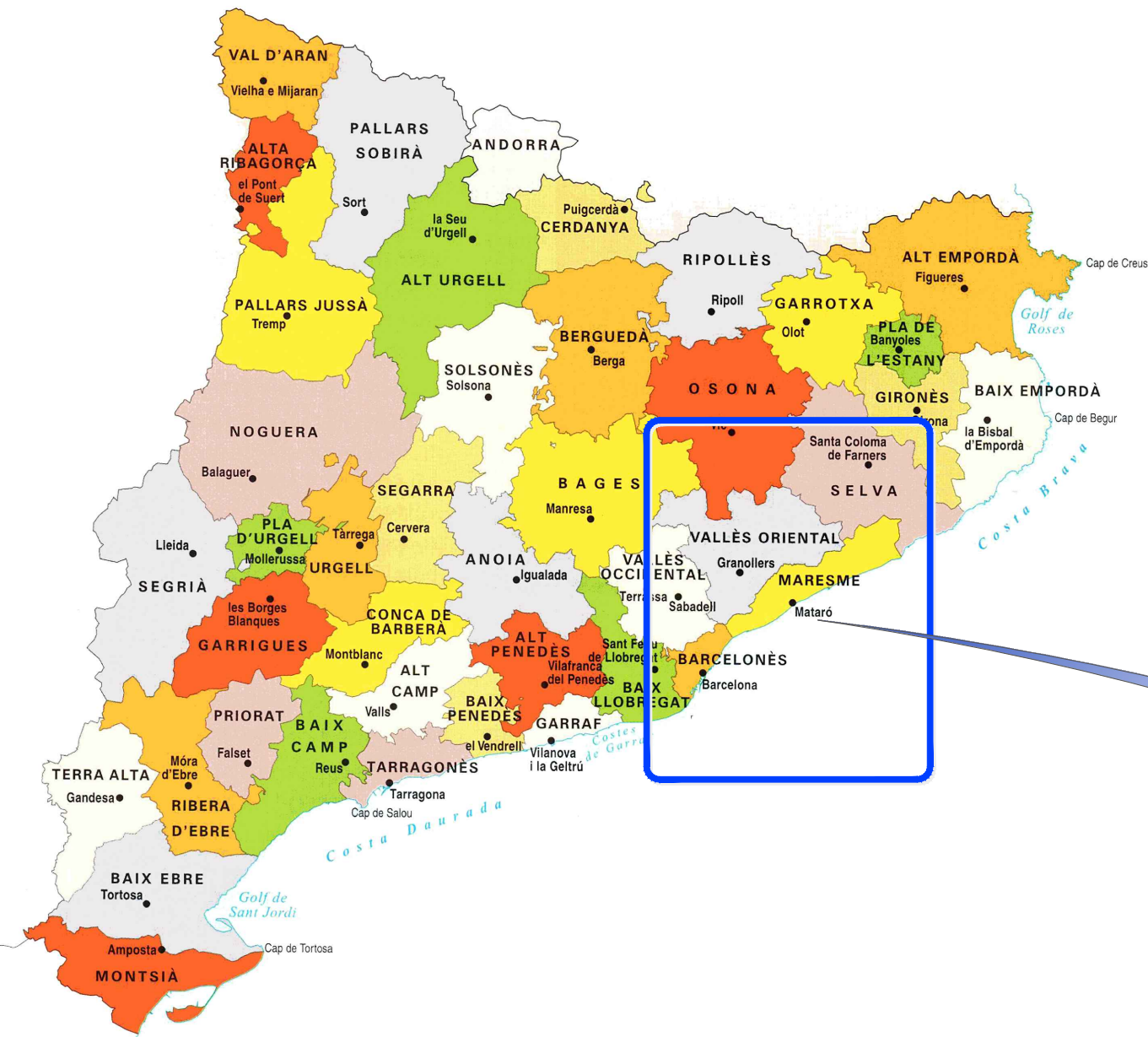
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO F. SALMERÓN GÓMEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

APÉNDICE 1. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

COMARQUES DE CATALUNYA



ÍNDICE DE PLANOS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nº PLANO	DENOMINACIÓN	NÚMERO DE HOJAS
1	SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS	1
2	EMPLAZAMIENTO	1
3	PLANTA DE LA ACTUACIÓN	3
4	TOPOBATIMETRÍA GENERAL	3
5	GEOLOGÍA GENERAL	2
6	GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES BENTÓNICAS	3
7	HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO TERRESTRE	1
8	RED HIDROGRÁFICA	1
9	ESPACIOS PROTEGIDOS	1
10	USOS DEL SUELO	1
11	BIEN DE INTERÉS CULTURAL	1
12	DESLINDE DPMT Y ZONA DE PROTECCIÓN	2

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIJA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

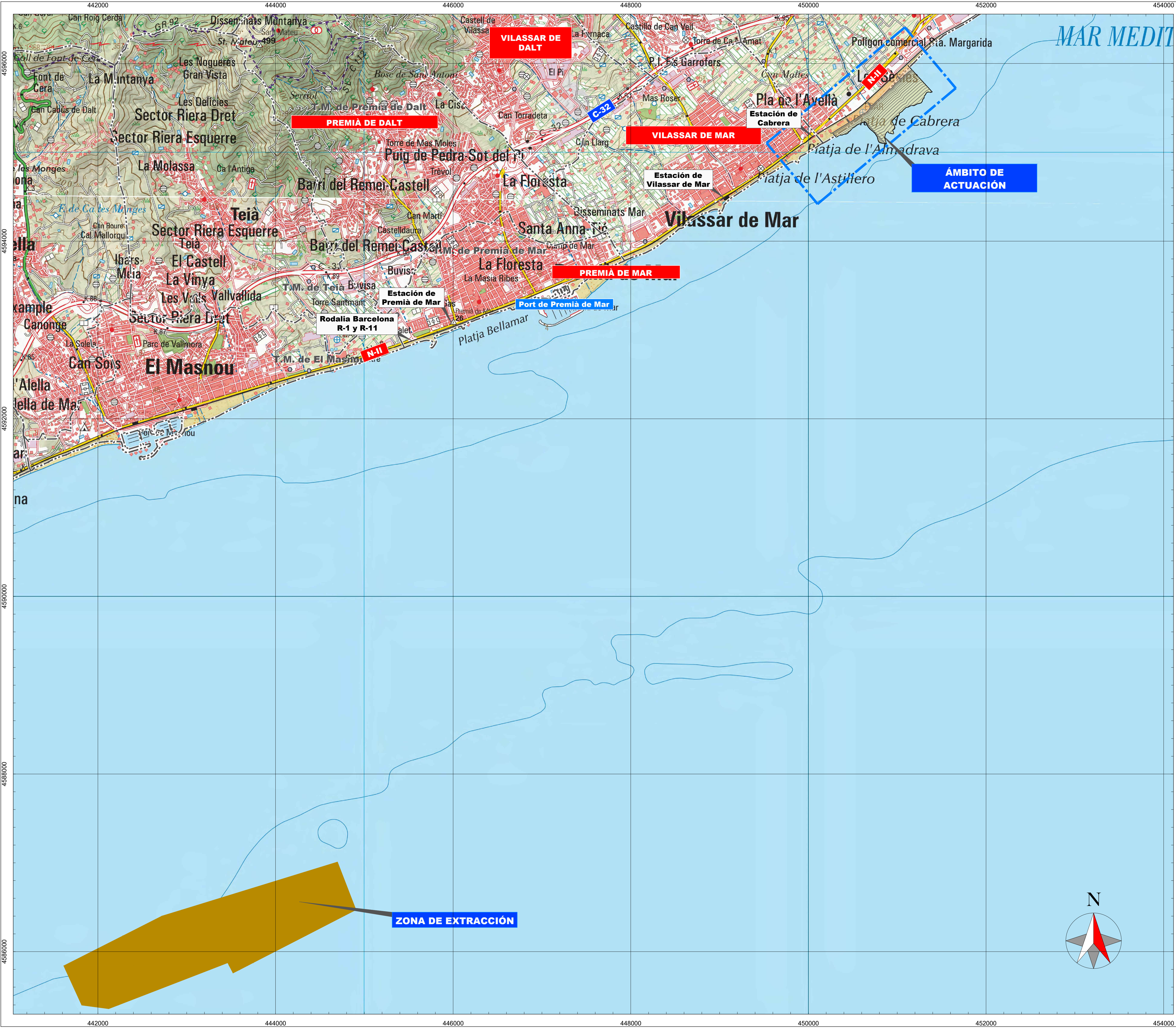
Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS**

Escala:
1:150.000
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
1
hoja 1 de 1



Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

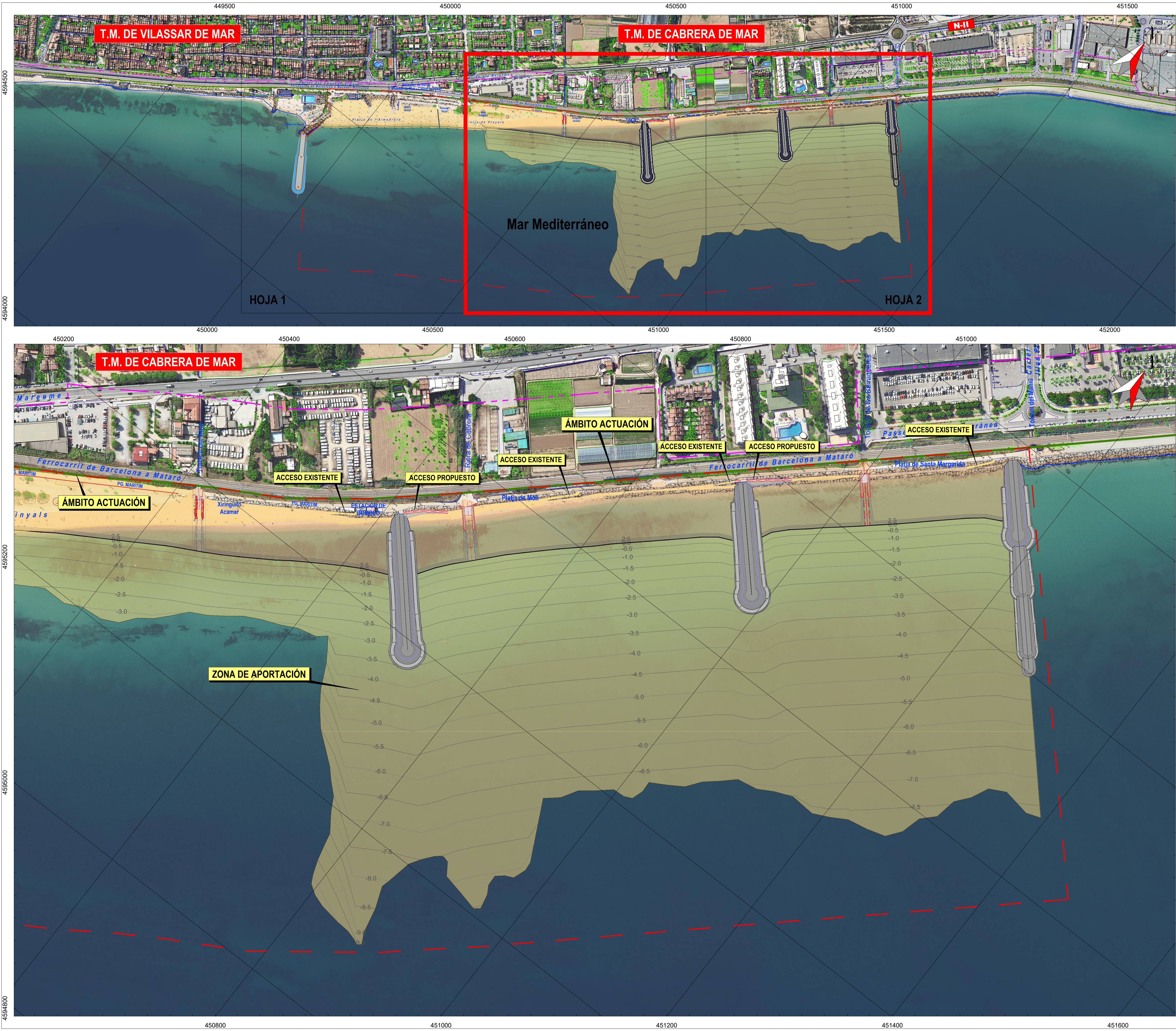


DIRECTORA DEL PROYECTO:	CONSULTOR:
ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE Jefa de Servicio de Proyectos y Obras Demarcación de Costas en Cataluña	 Ingeniería Consultoría Proyectos
AUTORES DEL PROYECTO:	
 LEONARDO S. NANIA ESCOBAR Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	 ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EMPLAZAMIENTO**

Escala: 1:20.000 Original UNE-A1	Fecha: AGOSTO 2024	Nº de plano: 2 hoja 1 de 1
---	------------------------------	---



Leyenda:

- — — Límite Término Municipal
- — — Límite D.P.M.T.
- - - - - Servidumbre de protección
- - - - - Ámbito de actuación

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

CONSULTOR:

AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:

PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLANTA DE LA ACTUACIÓN

Escala:

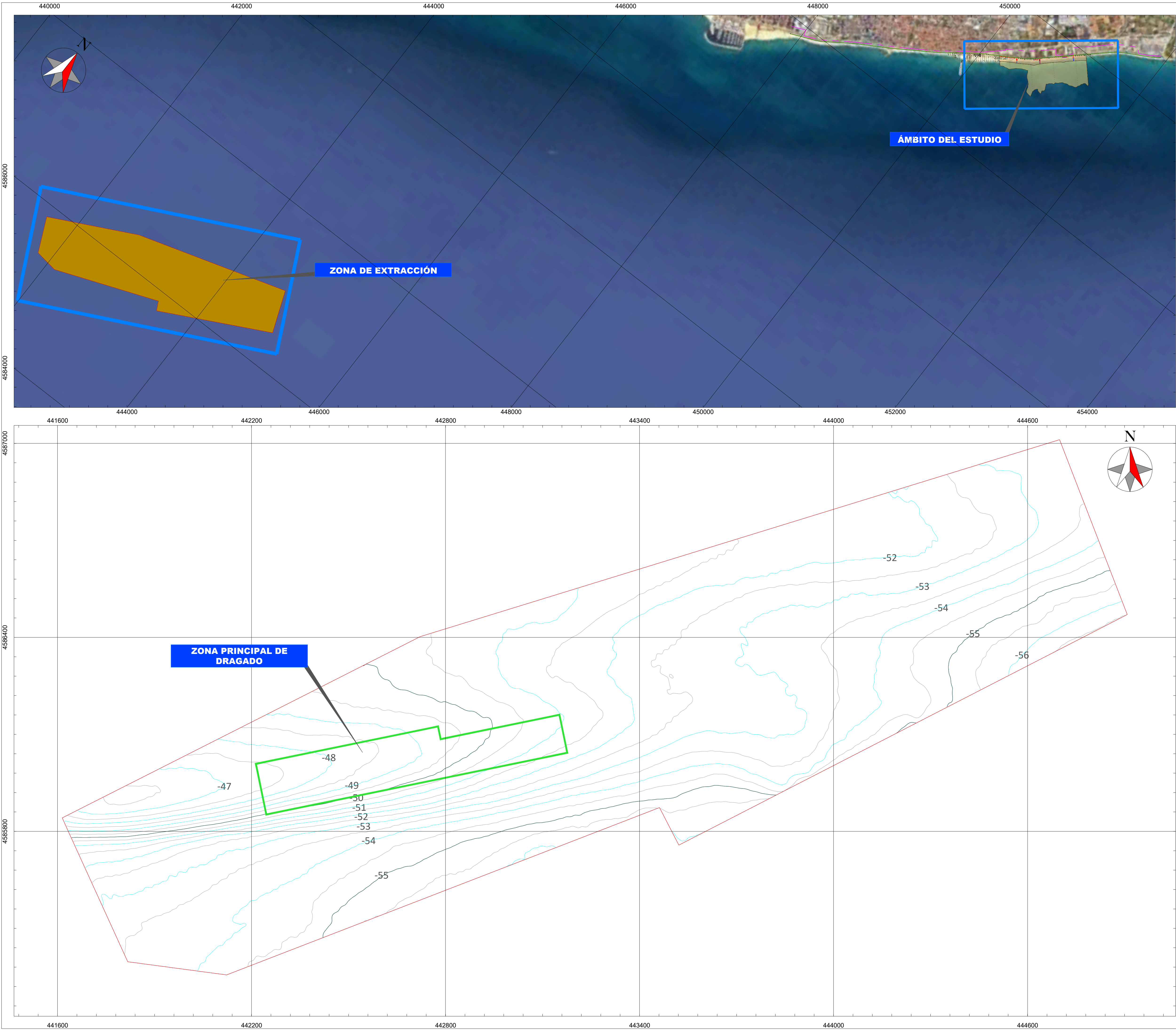
1:2.000
Original UNE-A1

Fecha:

AGOSTO 2024

Nº de plano:

3
hoja 2 de 3



Legenda:

- Isobatas (equidistancia= 5m)
- Isobatas (equidistancia= 1m)
- Isobatas (equidistancia= 0.5m)

Cero de referencia:
Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

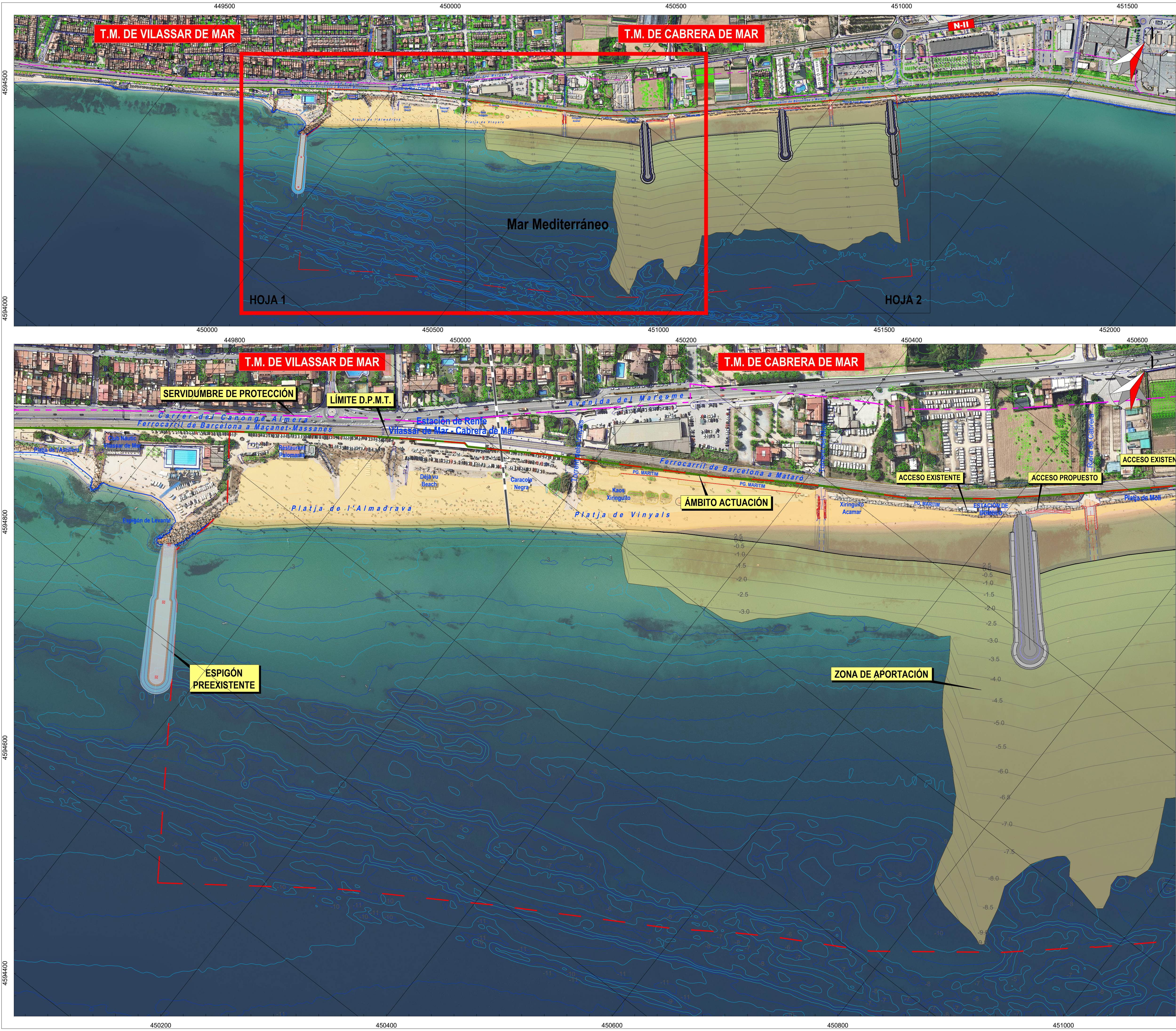
Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PLANTA DE LA ACTUACIÓN**

Escala:
1:23.500
1:5.500
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
3
hoja 3 de 3



Leyenda:

- — — Límite Término Municipal
- — — Límite D.P.M.T.
- — — Servidumbre de protección
- — — Ámbito de actuación
- — — Isobatas (equidistancia= 1m)
- — — Isobatas (equidistancia= 0.5m)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

CONSULTOR:

JUST solutions
Ingeniería | Consultoría | Proyectos

AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIÁ ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:

PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL TOPOBATIMETRÍA GENERAL

Escala:

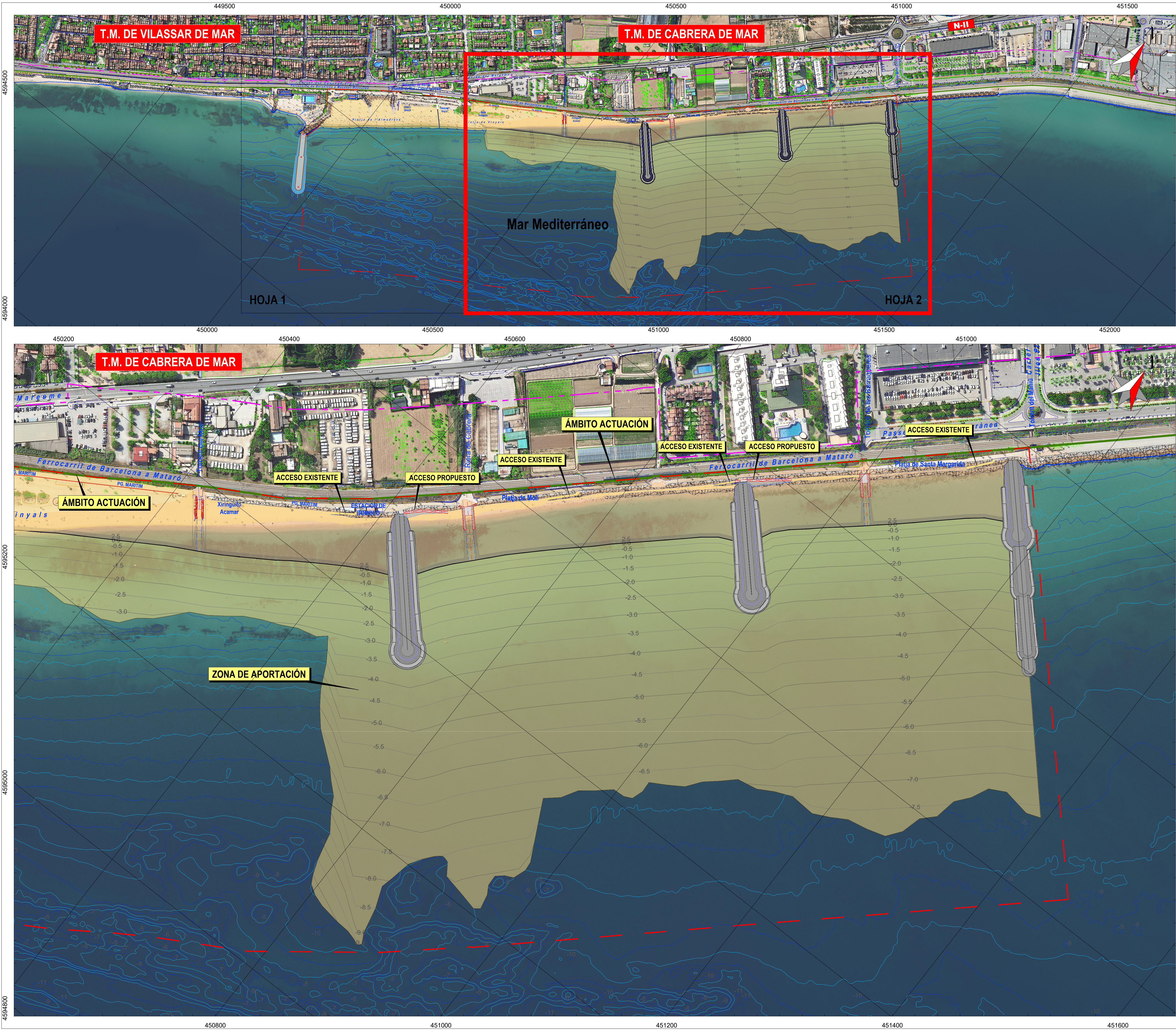
1:2.000
Original UNE-A1

Fecha:

AGOSTO 2024

Nº de plano:

4
hoja 1 de 3



Leyenda:

- — — Límite Término Municipal
- — — Límite D.P.M.T.
- - - - - Servidumbre de protección
- - - - - Ámbito de actuación
- ~ ~ ~ Isabatas (equidistancia= 1m)
- ~ ~ ~ Isabatas (equidistancia= 0.5m)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña

CONSULTOR:

JUST solutions
Ingeniería | Consultoría | Proyectos

AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANJA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:

PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL TOPOBATIMETRÍA GENERAL

Escala:

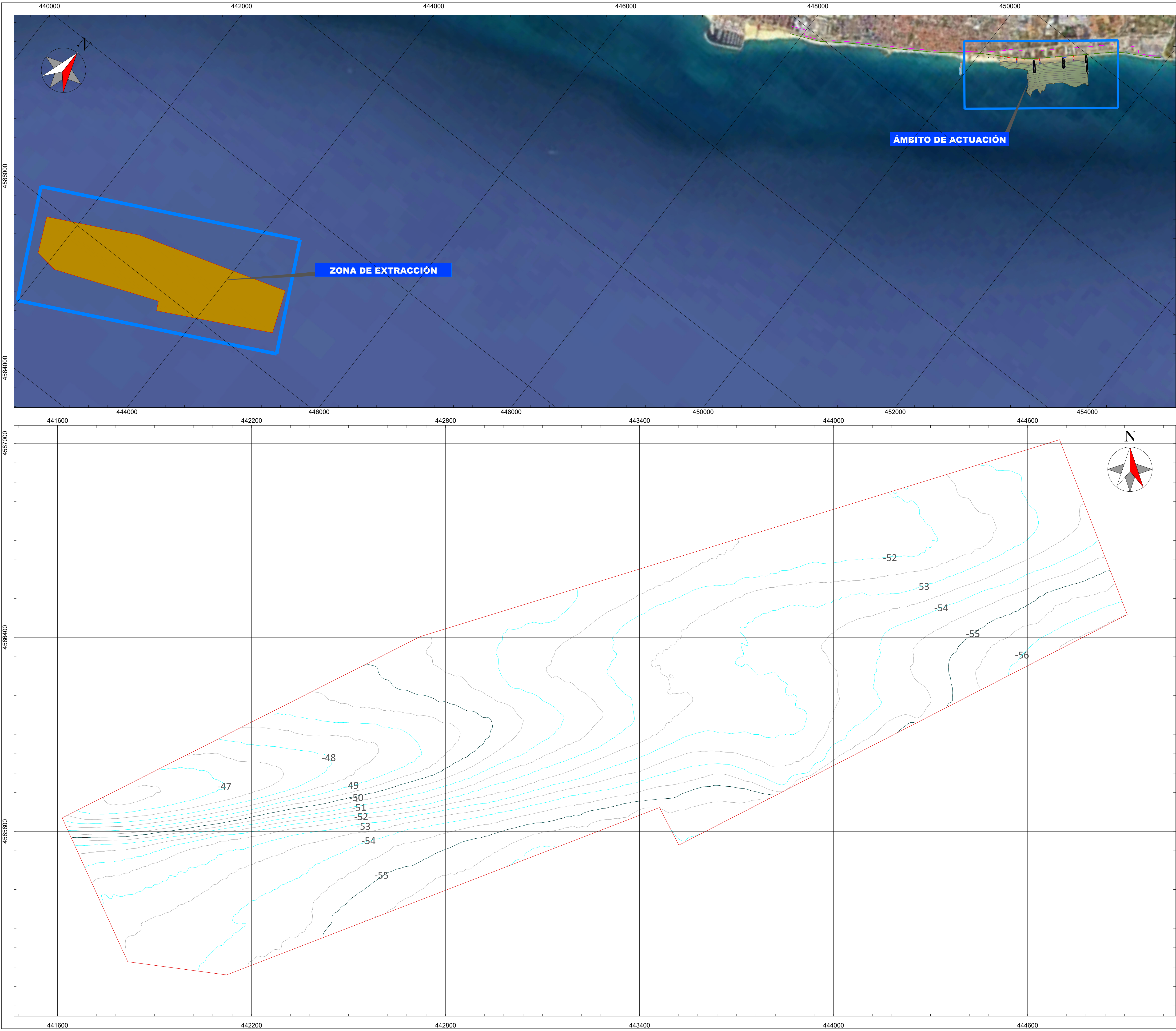
1:2.000
Original UNE-A1

Fecha:

AGOSTO 2024

Nº de plano:

4
hoja 2 de 3



Legenda:

- Isobatas (equidistancia= 5m)
- Isobatas (equidistancia= 1m)
- Isobatas (equidistancia= 0.5m)

Cero de referencia:
Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANÍA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

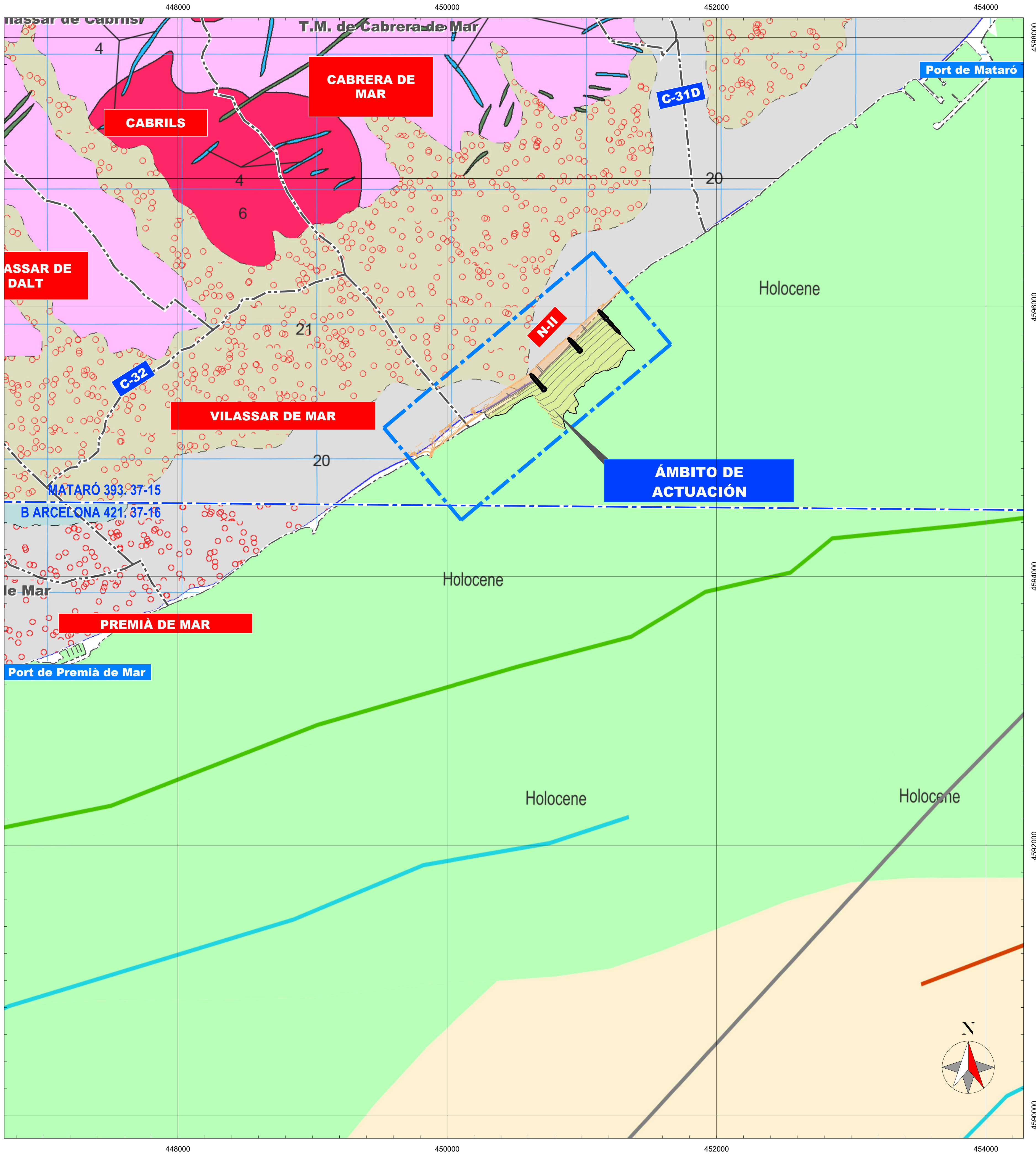
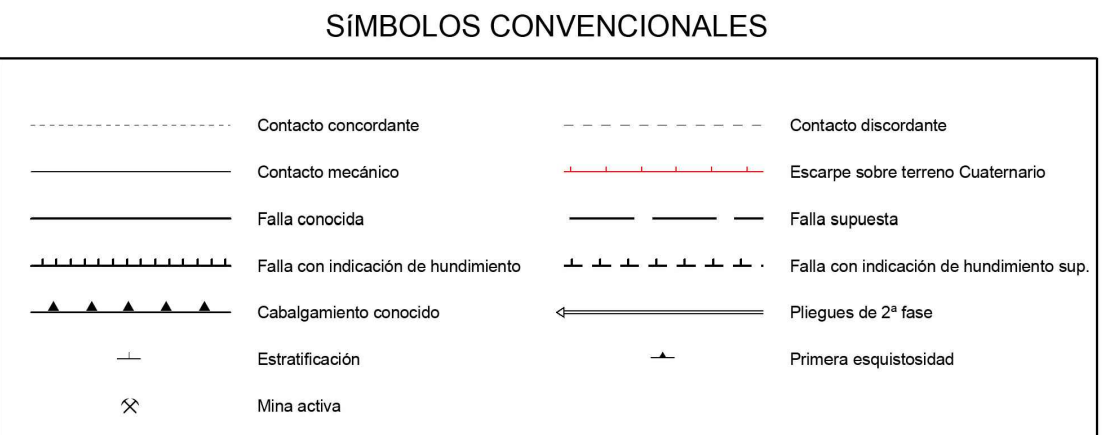
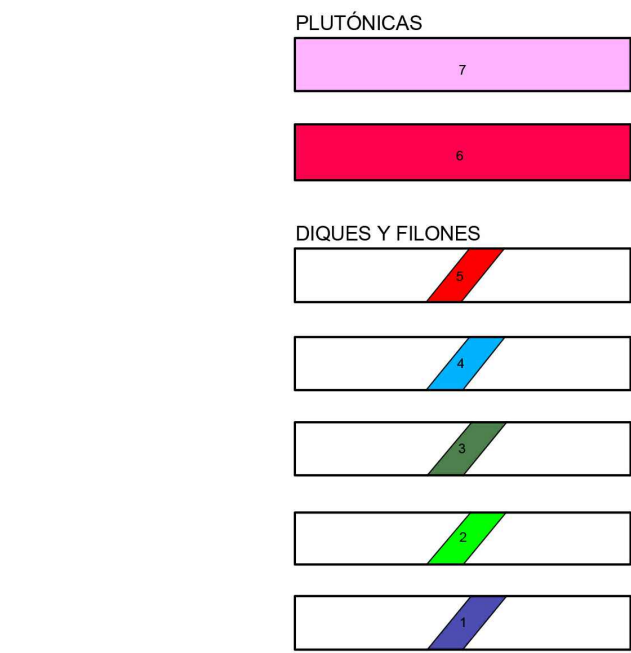
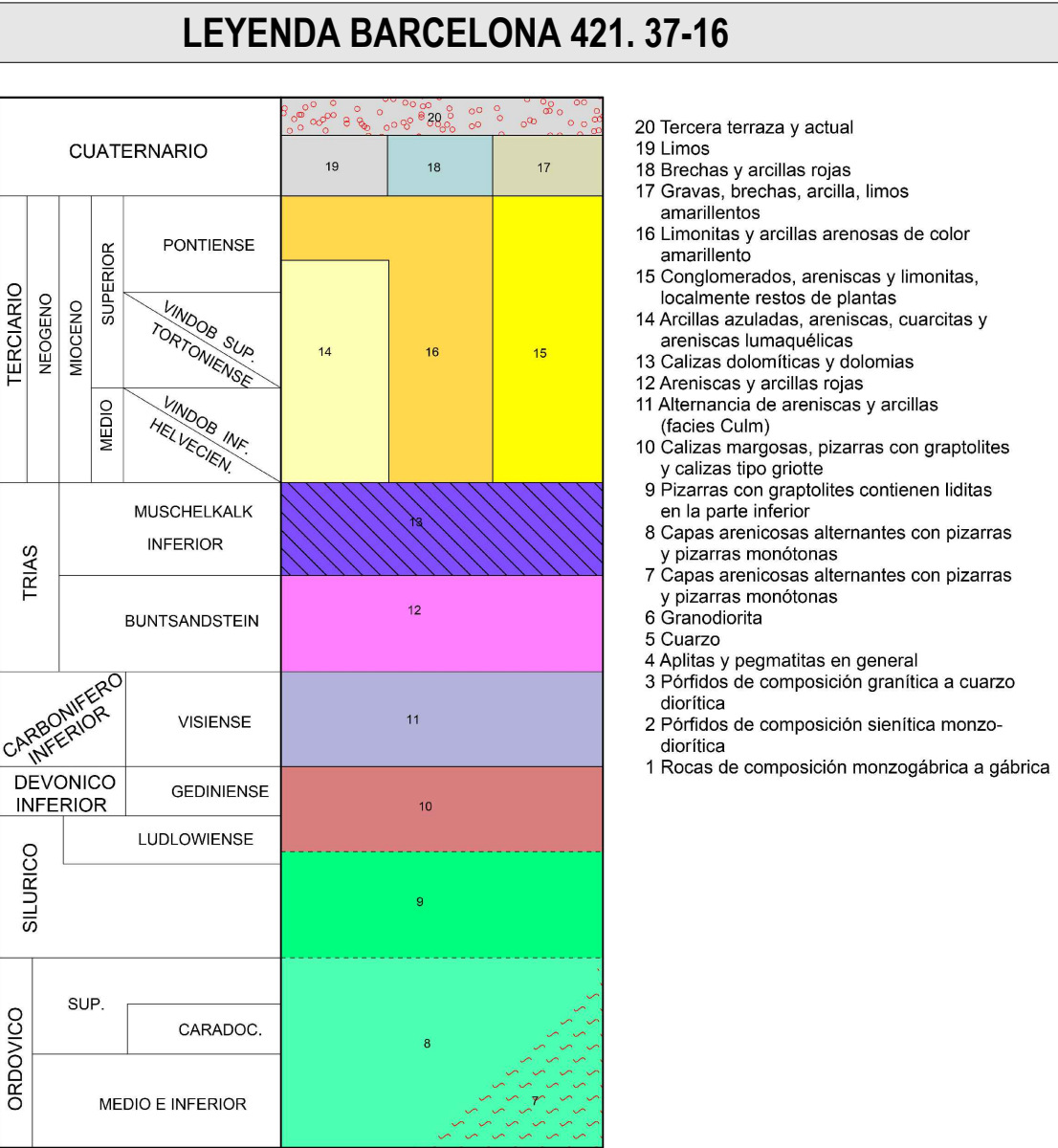
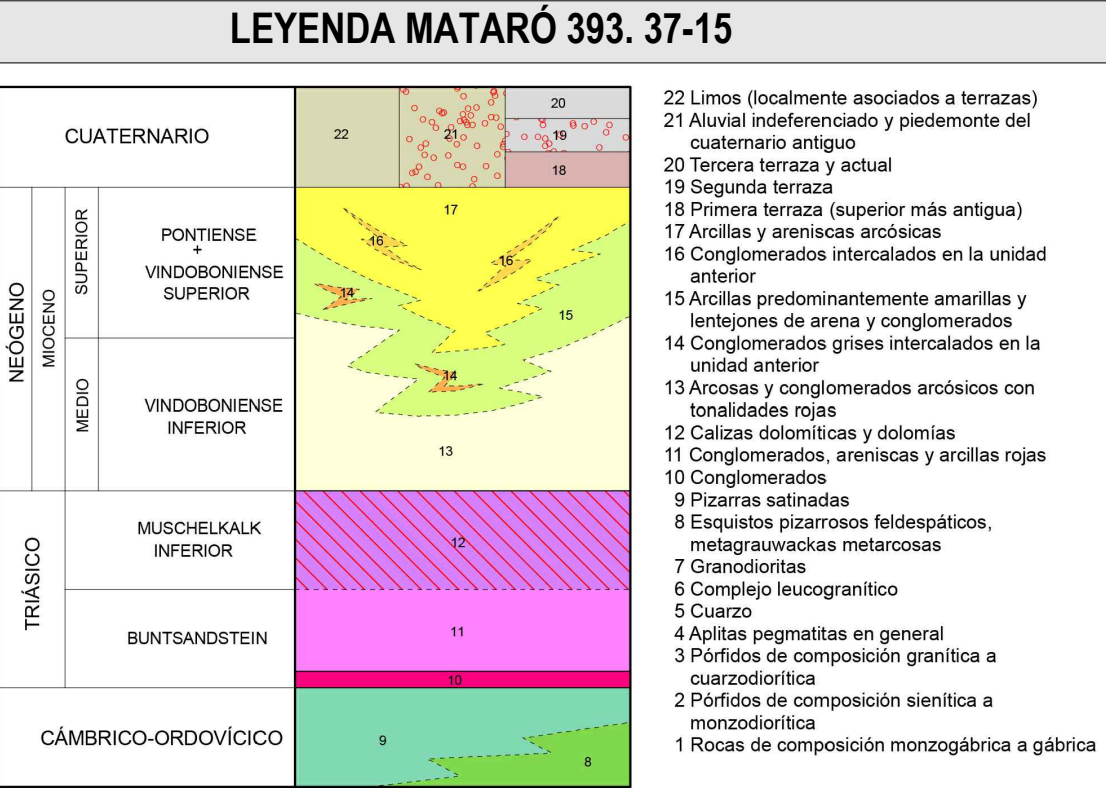
Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
TOPOBATIMETRÍA GENERAL**

Escala:
1:23.500
1:5.500
Original UNE-A1

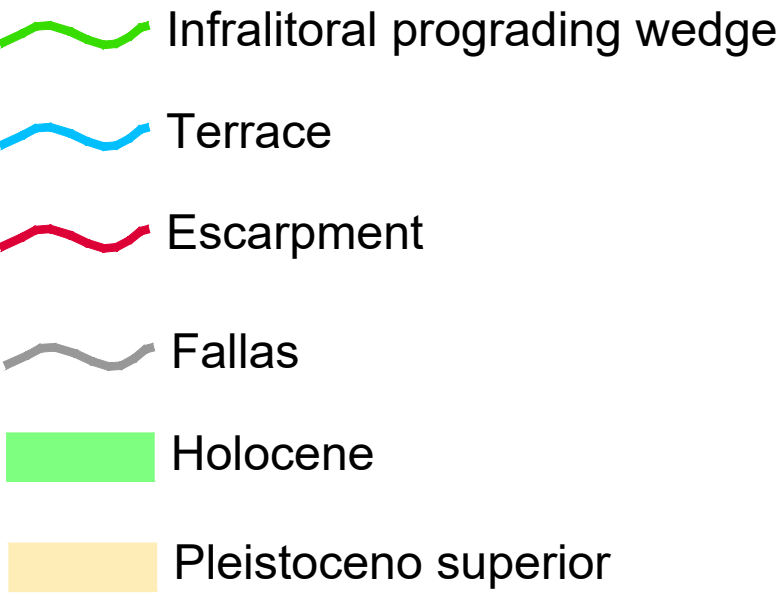
Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
4
hoja 3 de 3

Leyenda: Geología Terrestre



Leyenda: Geología Marina



FUENTE: INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME
FUENTE: EUROPEAN MARINE OBSERVATION AND DATA NETWORK

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM
Unidades: metros
Zona geográfica: Huso 31N
Elipsoide: GRS 80
Datum: ETRS89
Meridiano central: 3E
Latitud Origen: 0.00000N
Falso Este: 500000
Falso Norte: 0
Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NÚÑEZ ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
GEOLOGÍA GENERAL**

Escala:
1:30.000
1:10.000
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
5
hoja 1 de 2

LEYENDA MATARÓ 393. 37-15

CUATERNARIO		22	21	20
NEÓGENO	SUPERIOR	17	16	15
	VINDOBONENSE SUPERIOR	17	16	15
MIOCENO	MEIO	13	12	11
	VINDOBONENSE INFERIOR	13	12	11
TRÁSICO	MUSCHELKALK INFERIOR	22	21	20
	BUNTSANDSTEIN	11	10	9
CÁMBRICO-ORDOVÍCICO		9	8	7

22 Limos (localmente asociados a terrazas)
21 Aluvial indiferenciado y piedemonte del cuaternario antiguo
20 Tercera terraza y actual
18 Segunda terraza
18 Primera terraza (superior más antigua)
17 Arcillas y areniscas arcósicas
16 Conglomerados intercalados en la unidad anterior
15 Arcillas predominantemente amarillas y lentones de arena y conglomerados
14 Conglomerados grises intercalados en la unidad anterior
13 Arcosas y conglomerados arcósicos con tonalidades rojas
12 Calizas dolomíticas y dolomías
11 Conglomerados, areniscas y arcillas rojas
10 Conglomerados
9 Pizarras satinadas
8 Esquistos pizarrosos feldespáticos, metagrauwackas metarcosas
7 Granodioritas
6 Complejo leucogranítico
5 Cuarzo
4 Apiltes pegmatitas en general
3 Porfidos de composición granítica a cuarzo diorítica
2 Porfidos de composición sienítica a monzodiorítica
1 Rocas de composición monzogábrica a gábrica

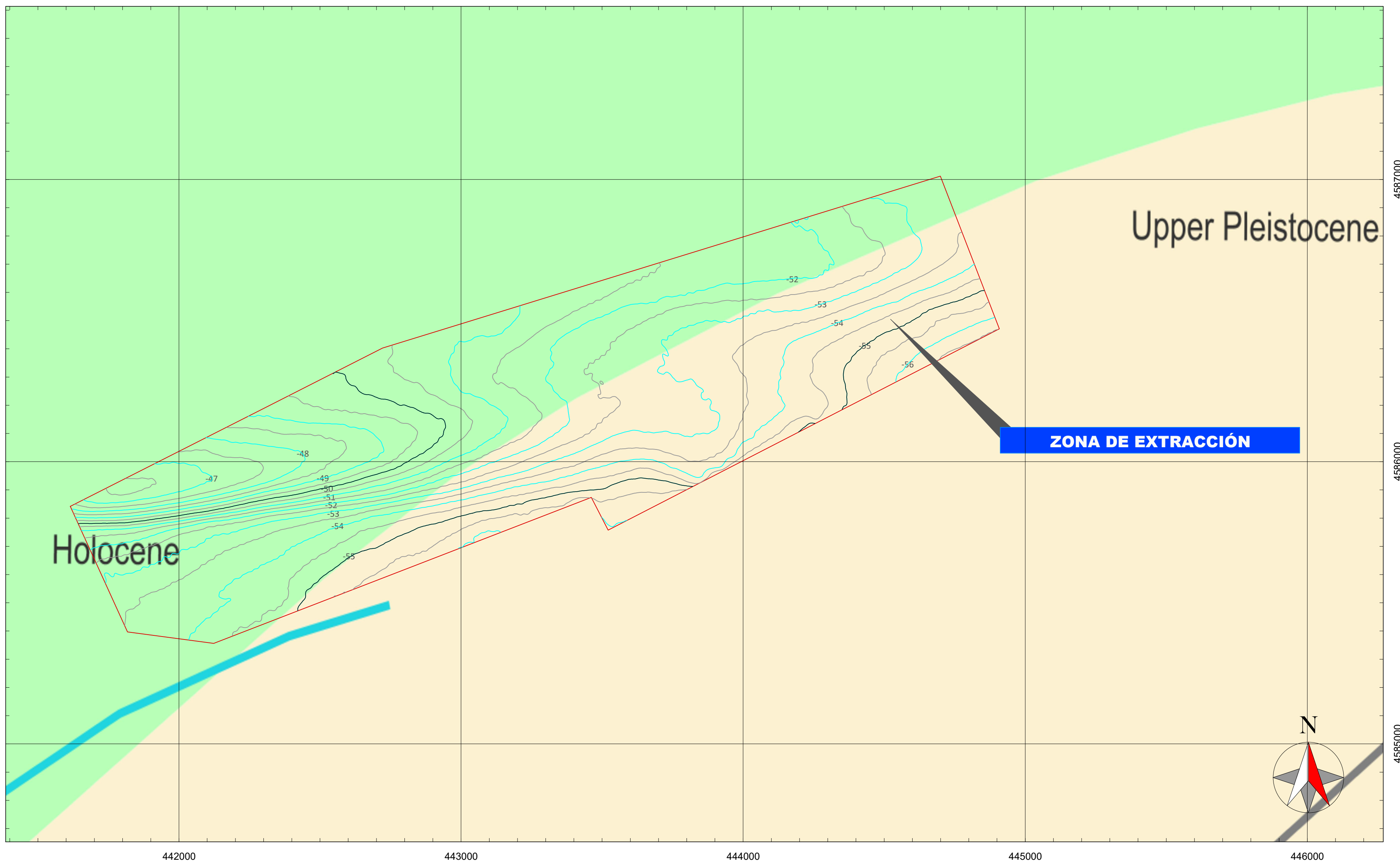
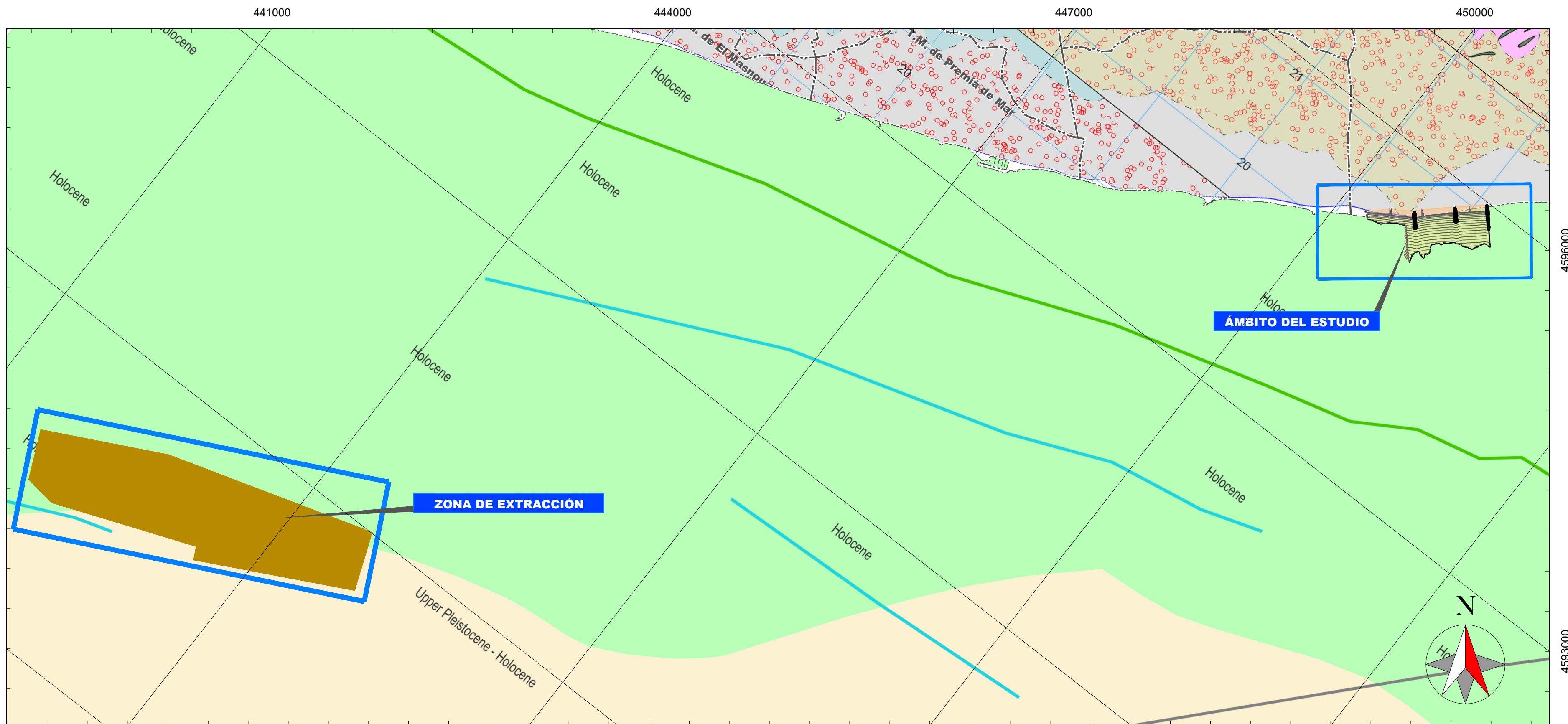
LEYENDA BARCELONA 421. 37-16

CUATERNARIO		19	18	17
TERCIARIO	SUPERIOR	14	16	15
	VINDOB. SUP. FORTITONENSE	14	16	15
MIOCENO	MEIO	12	11	10
	VINDOB. INF. HELVECIENSE	12	11	10
TRIAS	MUSCHELKALK INFERIOR	19	18	17
	BUNTSANDSTEIN	12	11	10
CARBONIFERO INFERIOR	VISIENSE	11	10	9
	GEDINIENSE	10	9	8
DEVONICO INFERIOR	LUDLOWIENSE	9	8	7
	SILURICO	9	8	7
ORDOVICICO	SUP.	8	7	6
	CARADOC.	8	7	6
MIOCENO	MEIO E INFERIOR	8	7	6

20 Tercera terraza y actual
19 Limos
18 Brechas y arcillas rojas
17 Gravas, brechas, arcilla, limos amarillentos
16 Limonitas y arcillas arenosas de color amarillento
15 Conglomerados, areniscas y limonitas, localmente restos de plantas
14 Arcillas azuladas, areniscas, cuarcitas y areniscas lumaquéllicas
13 Calizas dolomíticas y dolomías
12 Areniscas y arcillas rojas
11 Alternancia de areniscas y arcillas (facies Guitm)
10 Calizas margosas, pizarras con graptolites y calizas tipo griotte
9 Pizarras con graptolites contienen liditas en la parte inferior
8 Capas areniscosas alternantes con pizarras y pizarras monotonas
7 Capas areniscosas alternantes con pizarras y pizarras monotonas
6 Granodiorita
5 Cuarzo
4 Apiltes y pegmatitas en general
3 Porfidos de composición granítica a cuarzo diorítica
2 Porfidos de composición sienítica monzodiorítica
1 Rocas de composición monzogábrica a gábrica

PLUTÓNICAS	
7	6
DIQUES Y FILONES	
7	6
7	6
7	6
7	6
7	6

SIMBOLOS CONVENCIONALES	
----- Contacto concordante	----- Contacto discordante
----- Contacto mecánico	----- Escarpe sobre terreno Cuaternario
----- Falla conocida	----- Falla supuesta
----- Falla con indicación de hundimiento	----- Falla con indicación de hundimiento sup.
----- Cabalgamiento conocido	----- Pliegues de 2ª fase
----- Estratificación	----- Primera esquistosidad
----- Mina activa	



Leyenda: Geología Marina

- Infralitoral prograding wedge
- Terrace
- Escarpment
- Fallas
- Holocene
- Pleistoceno superior

FUENTE: INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME
FUENTE: EUROPEAN MARINE OBSERVATION AND DATA NETWORK

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

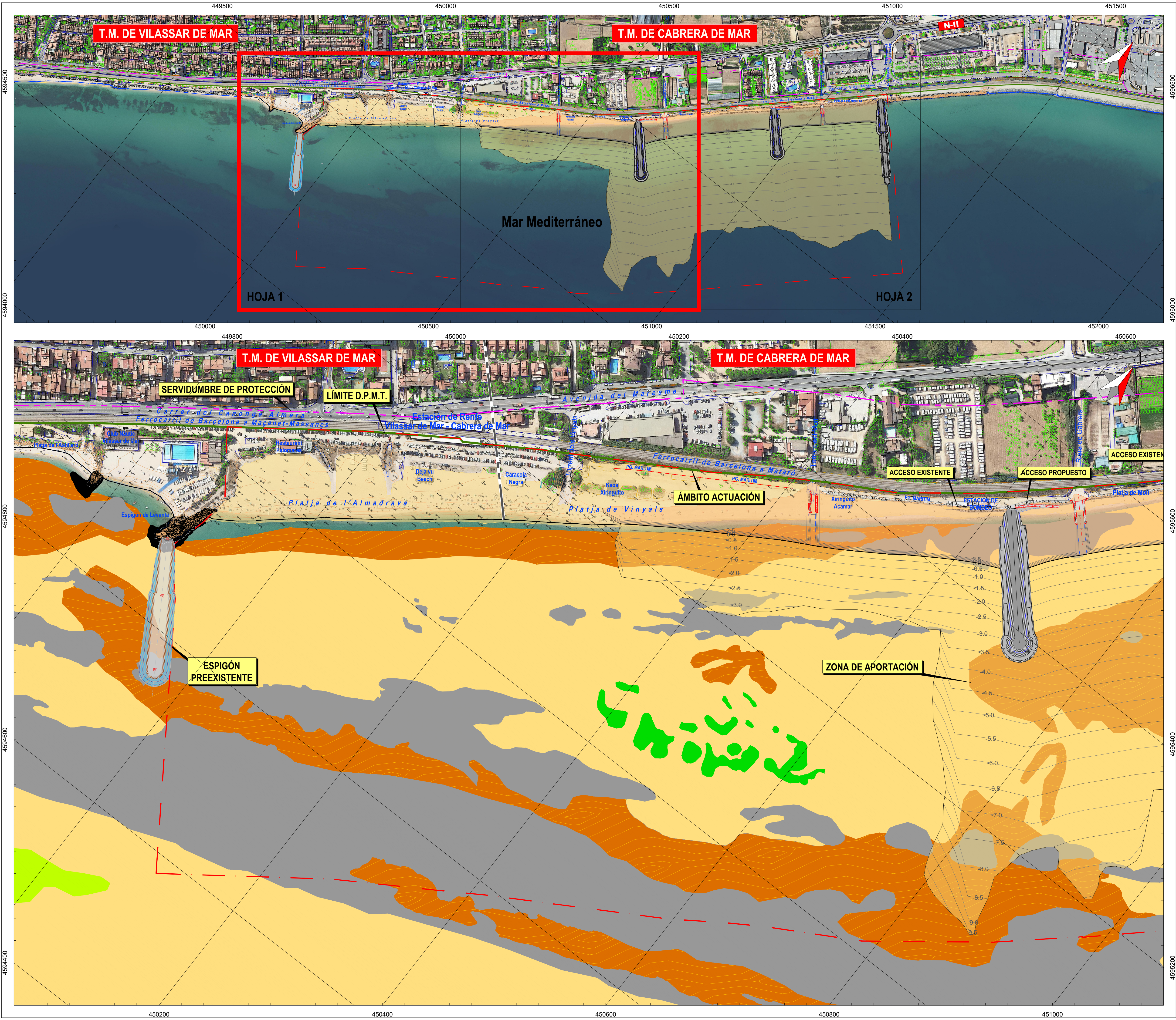


DIRECTORA DEL PROYECTO:	CONSULTOR:
ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE Jefa de Servicio de Proyectos y Obras Demarcación de Costas en Cataluña	JUST solutions Ingeniería Consultoría Proyectos
AUTORES DEL PROYECTO:	
LEONARDO S. NÁNJA ESCOBAR Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:
PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
GEOLOGÍA GENERAL

Escala: 1:30.000 1:10.000 Original UNE-A1	Fecha: AGOSTO 2024	Nº de plano: 5 hoja 2 de 2
--	-----------------------	----------------------------------



Leyenda: Comunidades Bentónicas

Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales (arenas finas)	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales (arenas media/gruesa)
Ripples	Megaripples
Roca circalitoral dominada por invertebrados	Escollera
Praderas de Posidonia oceánica	Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO:	CONSULTOR:
ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE Jefa de Servicio de Proyectos y Obras Demarcación de Costas en Cataluña	<p>JUST solutions Ingeniería Consultoría Proyectos</p>
AUTORES DEL PROYECTO:	
 LEONARDO S. NANIA ESCOBAR Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	 ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

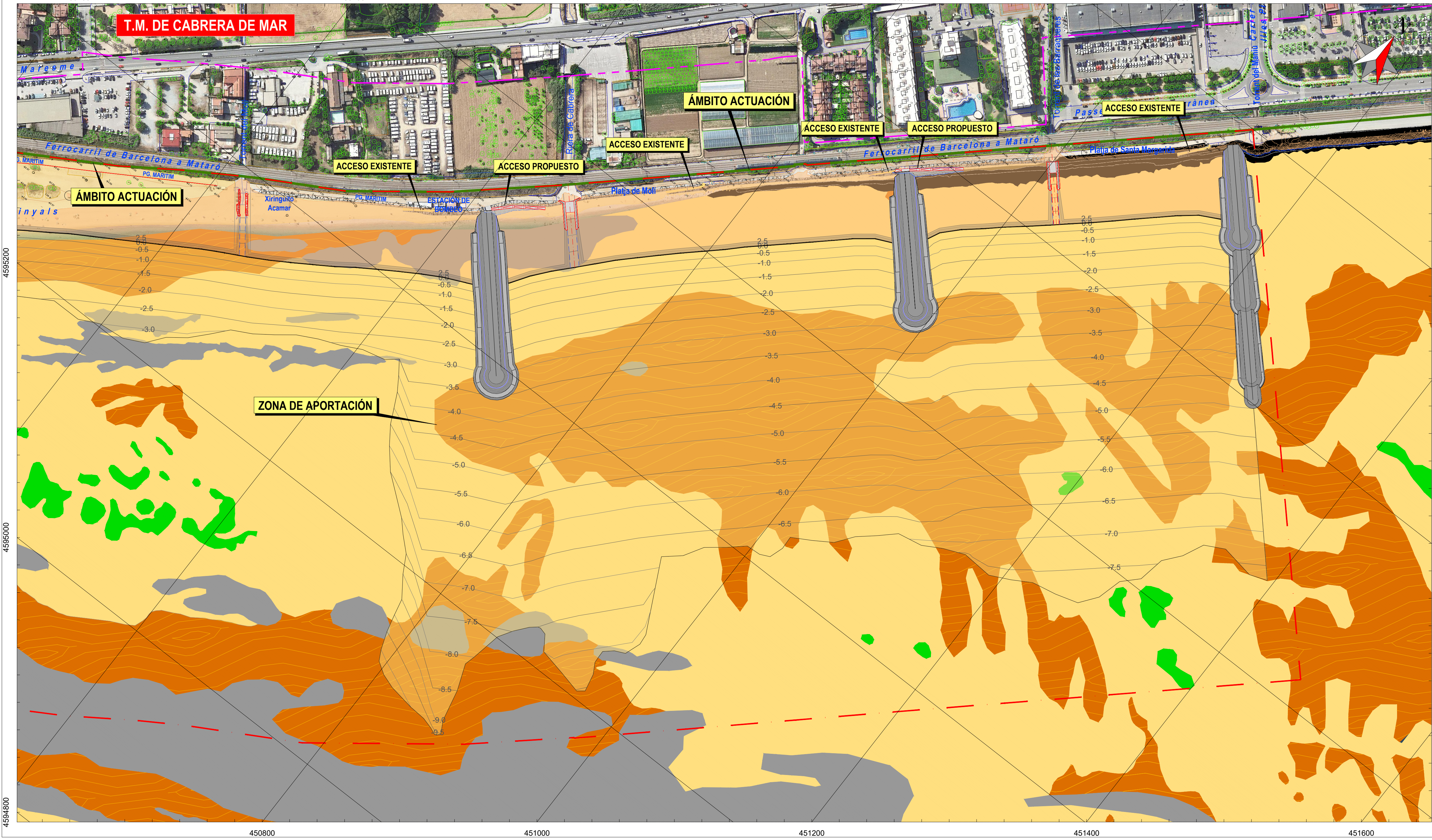
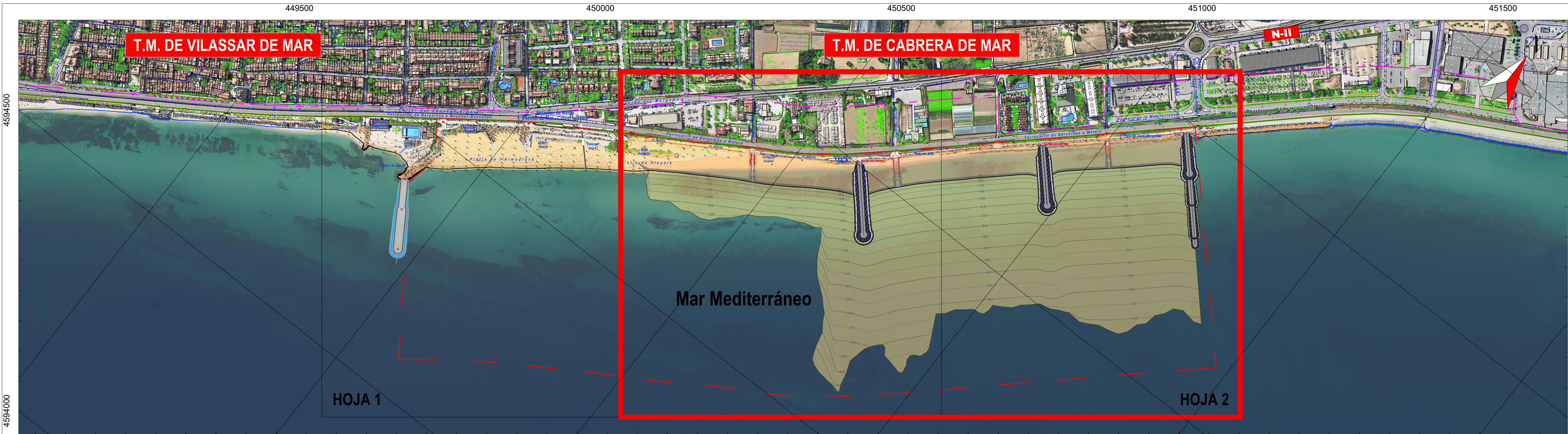
Proyecto:

PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES BENTÓNICAS

Escala: 1:2.000 Original UNE-A1	Fecha: AGOSTO 2024	Nº de plano: 6 hoja 1 de 3
--	------------------------------	---



Leyenda: Comunidades Bentónicas

	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales (arenas finas)		Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales (arenas media/gruesa)
	Ripples		Megaripples
	Roca circalitoral dominada por invertebrados		Escollera
	Praderas de Posidonia oceánica		Praderas de fanerógamas y algas verdes rizomatosas

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO:

CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE

Jefa de Servicio de Proyectos y Obras

Demarcación de Costas en Cataluña

AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIA ESCOBAR

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:

PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES BENTÓNICAS

Escala:

1:2.000

Original UNE-A1

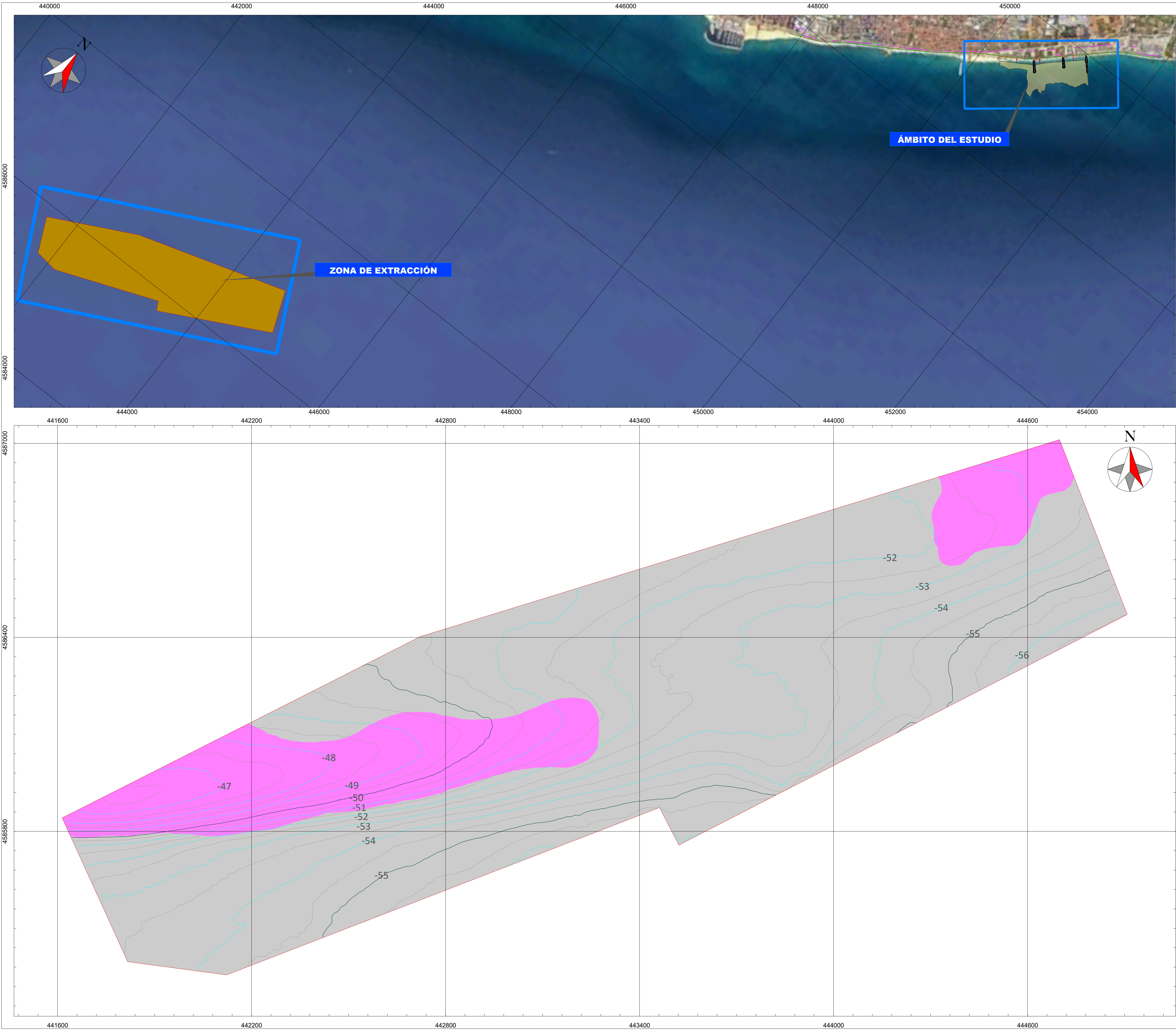
Fecha:

AGOSTO 2024



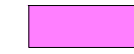
Nº de plano:

6

hoja 2 de 3



Leyenda: Geomorfología marina

-  Isobatas (equidistancia= 5m)
-  Sedimentos no consolidados de carácter limoso o fangoso (F)
-  Sedimentos no consolidados de grano grueso (AG)

Cero de referencia:
Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



**Foto aérea procedente del IGN*

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

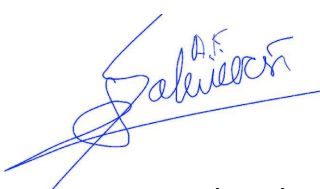
ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:



LEONARDO S. NANIÁ ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

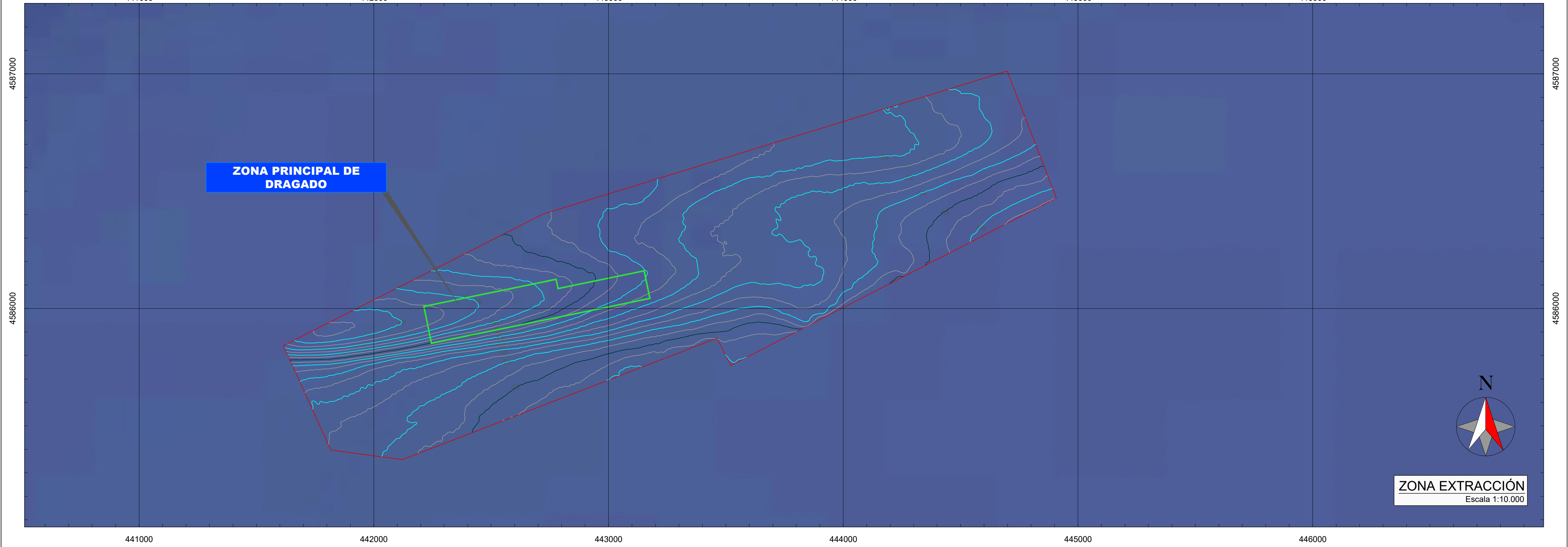
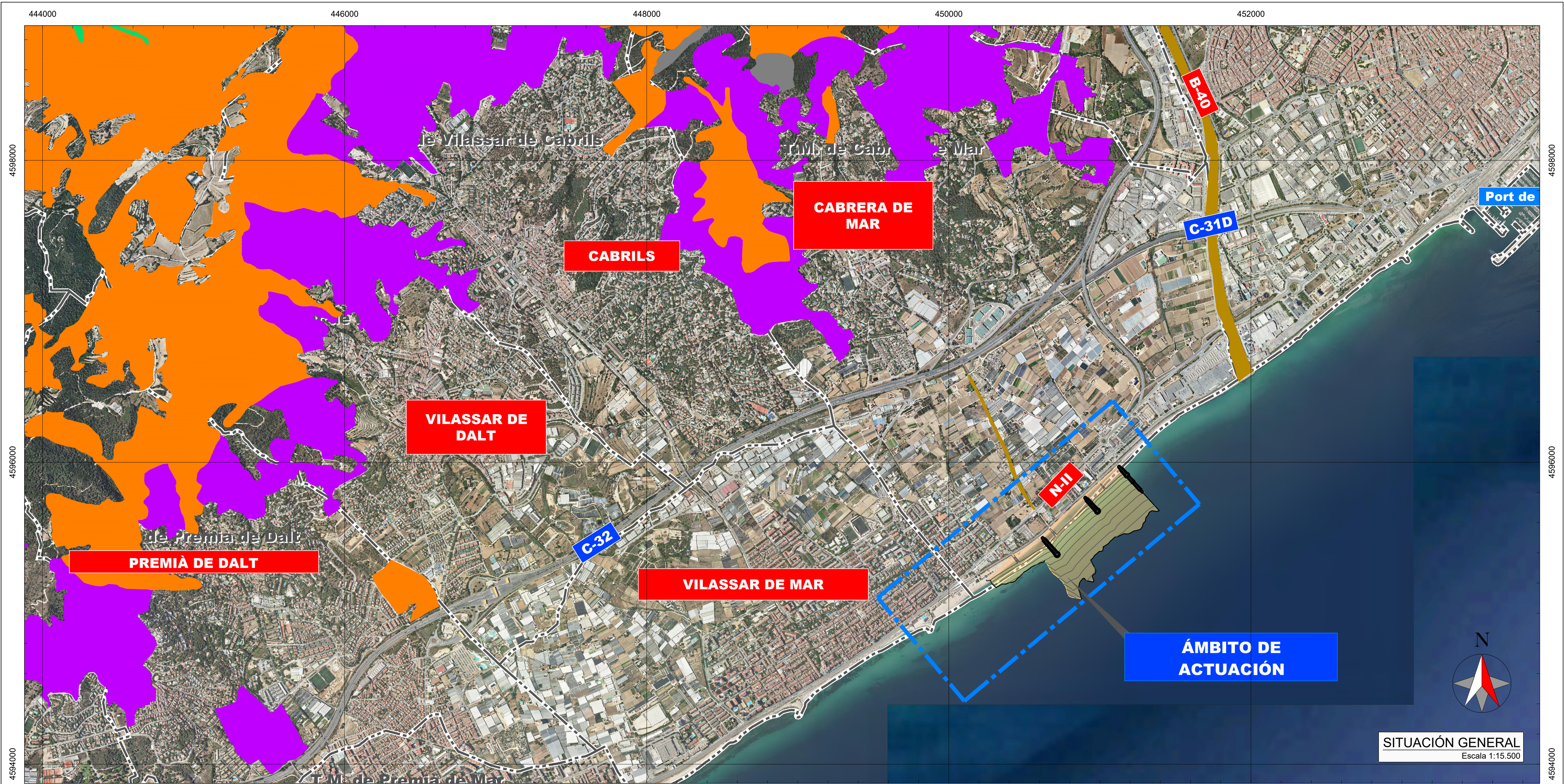
Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
GEOMORFOLOGÍA MARINA Y COMUNIDADES
BENTÓNICAS**

Escala:
1:23.500
1:5.500
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
6
hoja 3 de 3



- HÀBITATS DE INTERÉS COMUNITARI**
- 91E0-Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*
 - 92D0-Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos
 - 8220-Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica
 - 9340-Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*
 - 9540-Pinares mediterráneos de pinos mesageanos endémicos

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANJA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

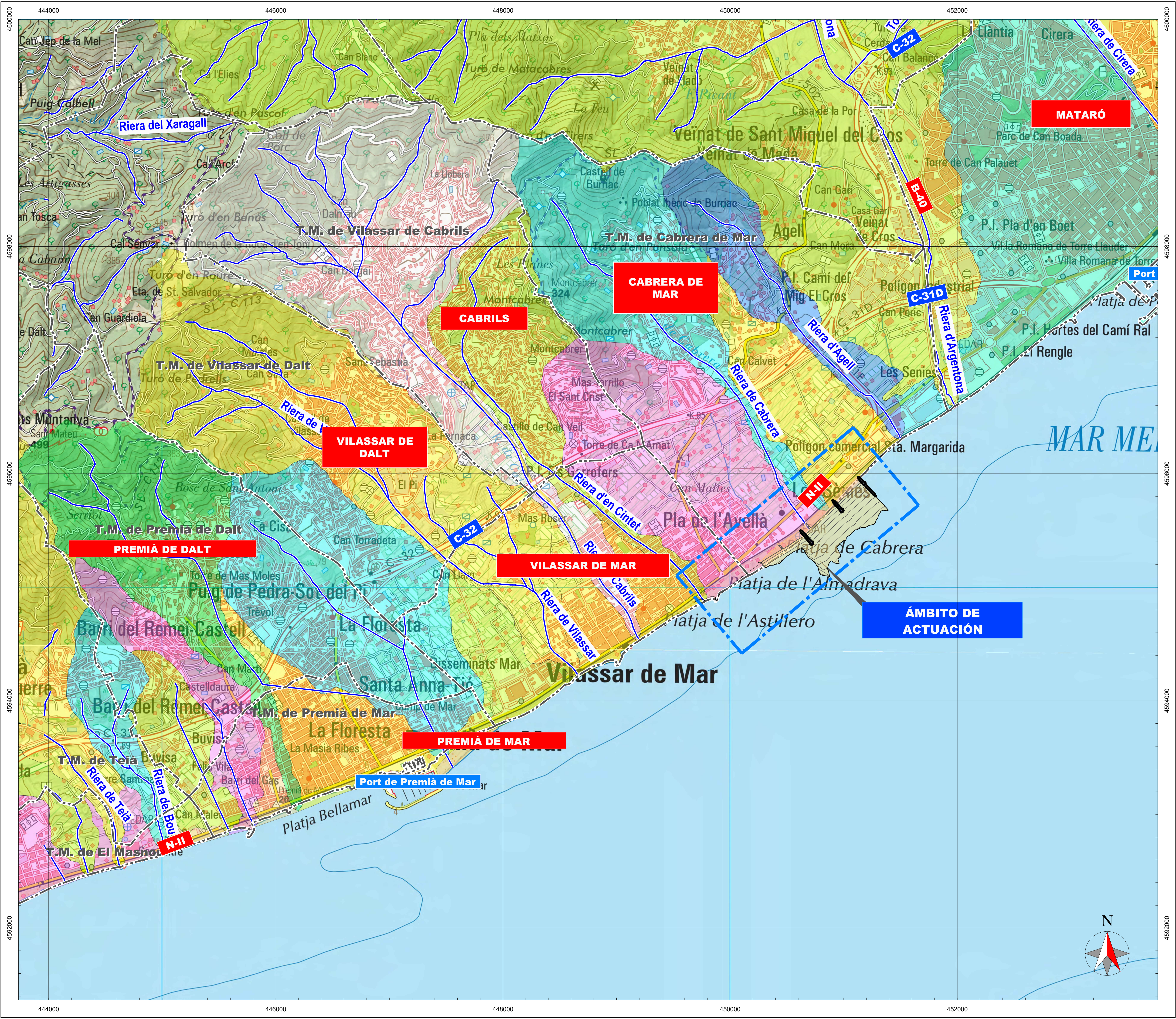
Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
HÀBITATS DE INTERÉS COMUNITARI
TERRESTRE

Escala:
1:15.500
1:10.000
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
7
hoja 1 de 1



LEYENDA

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

- SUBCUENCAS
- CAUCES

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANIA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

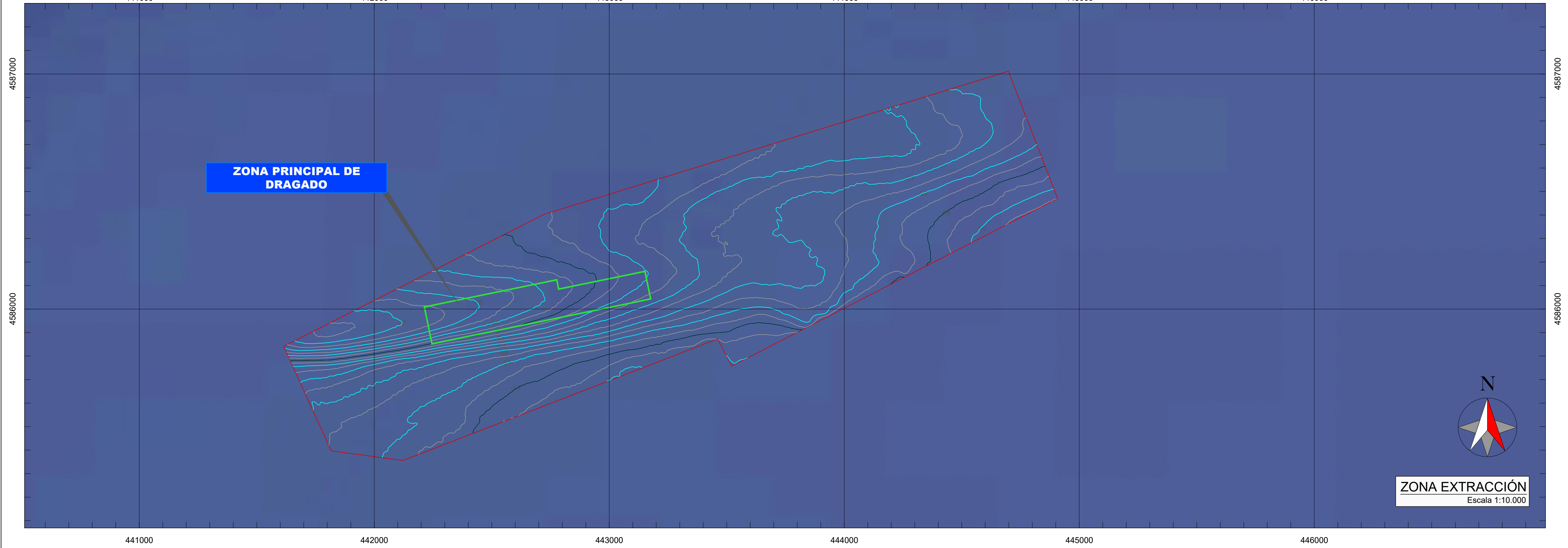
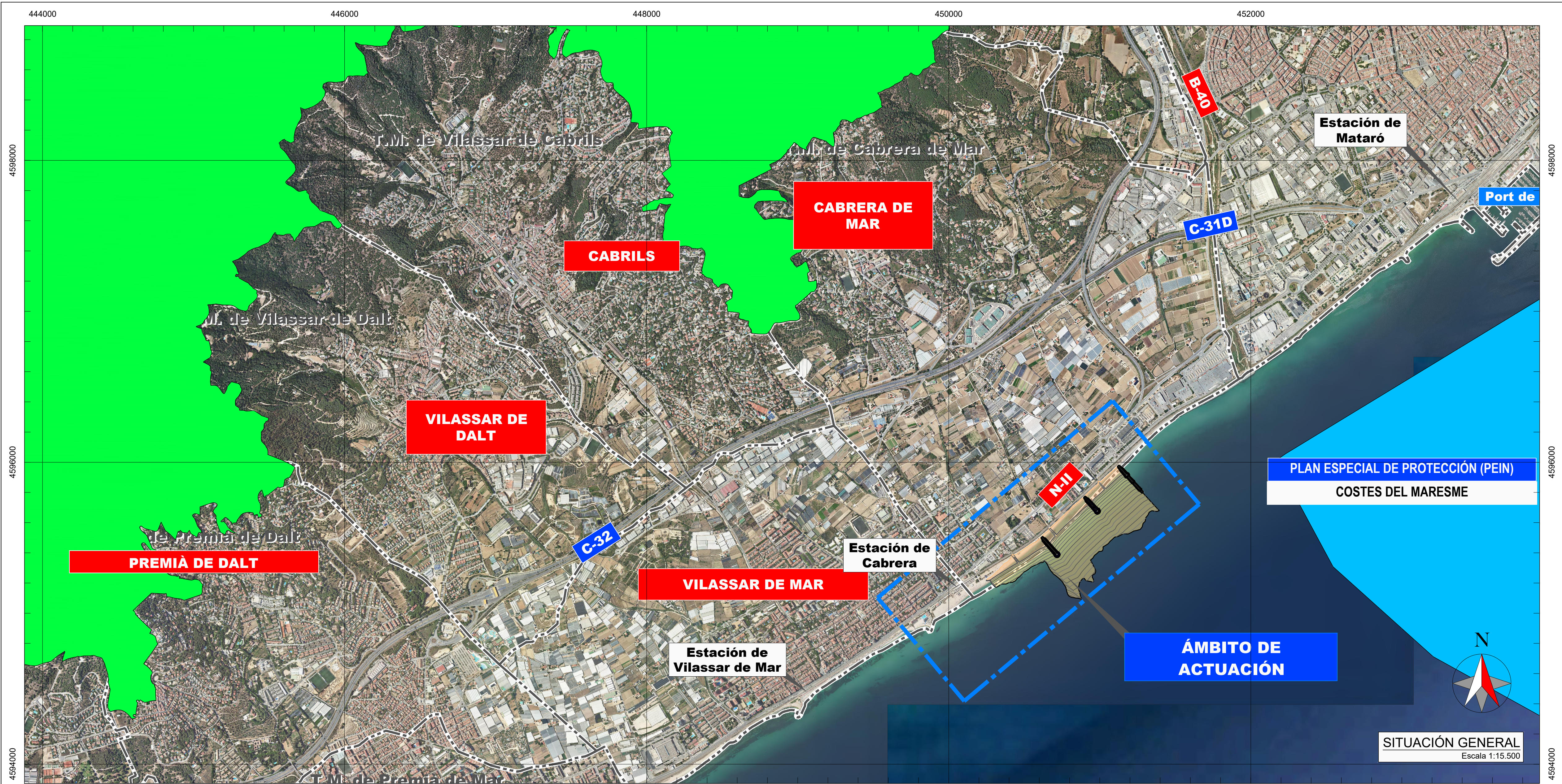
Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
RED HIDROGRÁFICA**

Escala:
1:15.500
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
8
hoja 1 de 1



ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN (PEIN)

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)

Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)

*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SUBSECRETARÍA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR

DIRECTORA DEL PROYECTO: ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE Jefa de Servicio de Proyectos y Obras Demarcación de Costas en Cataluña

CONSULTOR: JUST solutions Ingeniería | Consultoría | Proyectos

AUTORES DEL PROYECTO: LEONARDO S. NANJA ESCOBAR Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

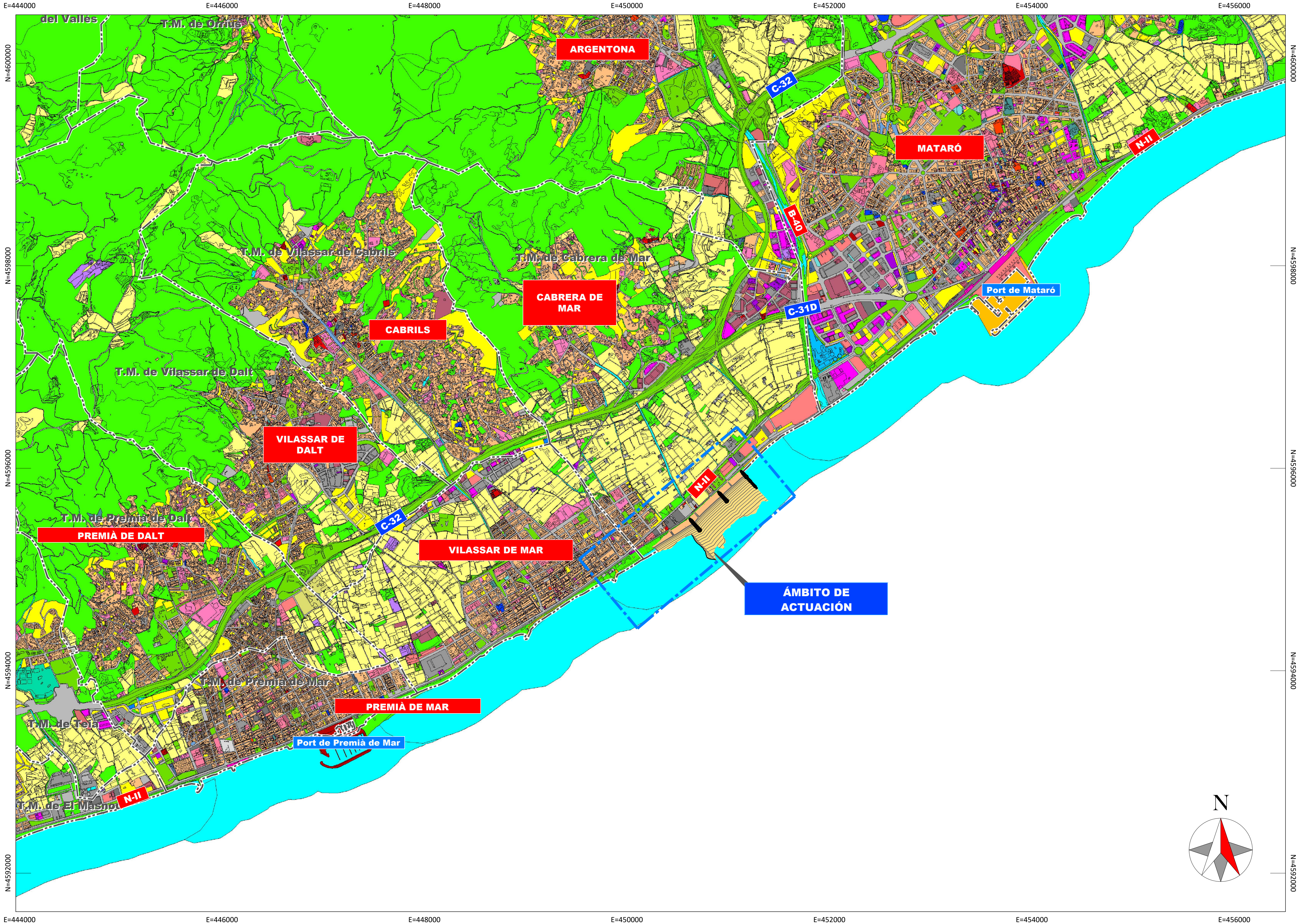
Proyecto: PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)

Título: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ESPACIOS PROTEGIDOS

Escala: 1:15.500 1:10.000 Original UNE-A1

Fecha: AGOSTO 2024

Nº de plano: 9 hoja 1 de 1



USOS DEL SUELO			
<div></div> ALOJAMIENTO	<div></div> ELABORACIÓN	<div></div> PARQUE URBANO	<div></div> SERVICIOS LOGÍSTICOS
<div></div> ÁREAS ABANDONADAS	<div></div> ESTACIONES DE SERVICIO	<div></div> PLANTAS DE TRATAMIENTO	<div></div> SERVICIOS PROFESIONALES
<div></div> ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO	<div></div> INDUSTRIA FABRICACIÓN	<div></div> PRODUCCIÓN AGRÍCOLA COMERCIAL	<div></div> SERVICIOS RELIGIOSOS
<div></div> ÁREAS NATURALES ACUÁTICAS	<div></div> INFRAESTRUCTURAS AGRÍCOLAS	<div></div> PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	<div></div> SERVICIOS SANITARIOS
<div></div> ÁREAS NATURALES TERRESTRES	<div></div> INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	<div></div> PRODUCCIÓN SECUNDARIA	<div></div> TRANSPORTE MARÍTIMO
<div></div> ÁREAS TRANSITORIAS	<div></div> INSTALACIONES DEPORTIVAS	<div></div> RESTAURACIÓN	<div></div> USO DESCONOCIDO
<div></div> CAMPING	<div></div> OCIO	<div></div> SERVICIOS ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	<div></div> USO RESIDENCIAL
<div></div> CAMPO DE GOLF	<div></div> OTRAS ACTIVIDADES RECREATIVAS	<div></div> SERVICIOS CULTURALES	<div></div> VÍAS
<div></div> CEMENTERIO	<div></div> OTRAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	<div></div> SERVICIOS DISTRIBUCIÓN	<div></div> VÍAS FERROCARRIL
<div></div> COMERCIO	<div></div> OTROS SERVICIOS PROFESIONALES	<div></div> SERVICIOS EDUCACIÓN	<div></div> ZONAS RECREATIVAS
<div></div> DEPURADORAS Y POTABILIZADORAS	<div></div> PARQUES RECREATIVOS	<div></div> SERVICIOS FINANCIEROS	

Emplazamiento: Comarca de Maresme (Barcelona)



Emplazamiento: Cabrera de Mar (Maresme)



*Foto aérea procedente del IGN

Parámetros geodésicos:

Proyección: UTM	Meridiano central: 3E
Unidades: metros	Latitud Origen: 0.00000N
Zona geográfica: Huso 31N	Falso Este: 500000
Elipsoide: GRS 80	Falso Norte: 0
Datum: ETRS89	Factor de escala: 0.9996



DIRECTORA DEL PROYECTO: CONSULTOR:

ANA MARÍA CASTAÑEDA FRAILE
Jefa de Servicio de Proyectos y Obras
Demarcación de Costas en Cataluña



AUTORES DEL PROYECTO:

LEONARDO S. NANJA ESCOBAR
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ALBERTO FCO. SALMERÓN GÓMEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto:
**PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN
DE PLAYAS DE CABRERA DE MAR (BARCELONA)**

Título:
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
USOS DEL SUELO**

Escala:
1:20.000
Original UNE-A1

Fecha:
AGOSTO 2024

Nº de plano:
10
hoja 1 de 1

