

PROYECTO DE APORTACIÓN DE ARENA Y MEJORA DE LOS DISPOSITIVOS DE RETENCIÓN DE LA MISMA EN LA PLAYA DE MATALASCAÑAS, T.M. ALMONTE (HUELVA)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Noviembre, 2018



ÍNDICE

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE APORTACIÓN DE ARENA Y MEJORA DE LOS DISPOSITIVOS DE RETENCIÓN EN LA PLAYA DE MATALASCAÑAS

1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2. Justificación de la tramitación ambiental	1
1.3. Contenido del presente estudio de impacto ambiental	2
2. Ubicación y objeto del proyecto	3
2.1 Ubicación del proyecto: diagnóstico de la situación actual	3
2.2 Objeto del proyecto	8
3. Descripción del proyecto y sus acciones	9
3.1 Definición y características del proyecto: descripción de las obras	9
3.2 Descripción y procedencia de los materiales	11
3.2.1. Material de la zona del dique Juan Carlos I	13
3.2.2. Material de la zona de Punta Umbría	14
3.3 Residuos y otros elementos derivados de la actuación	16
4. Análisis de alternativas: examen multicriterio	17
4.1. Consideraciones iniciales	17
4.2. Descripción de alternativas	18
4.3. Examen multicriterio de las alternativas	22
4.3.1. Impacto sobre la dinámica litoral y estabilidad de la playa	22
4.3.2. Calidad de la playa. Material de aportación	23
4.3.3. Estimación de costes	23
4.4. Justificación de la solución adoptada	25
5. Inventario ambiental	26
5.1. Marco geográfico	26
5.2. Clima	26
5.2.1. Temperatura	27
5.2.2. Humedad	27
5.2.3. Precipitación	28
5.2.4. Insolación y evapotranspiración	29
5.2.5. Viento	30
5.3. Geología y geomorfología	31
5.4. Hidrología	34
5.5. Edafología	38



5.6. Dinámica litoral	40
5.6.1. Agentes de la dinámica litoral	40
5.6.2. El sistema litoral	44
5.6.3. Evolución de la costa	45
5.6.4. Descripción de la dinámica litoral	45
5.6.1. Naturaleza de los sedimentos en la zona de actuación	46
5.7. Calidad atmosférica	47
5.7.1. Antecedentes y legislación aplicable	47
5.7.2. Estado actual de la calidad atmosférica en la zona de estudio	49
5.8. Calidad de las aguas	51
5.9. Medio biológico: bentos	52
5.10. Flora y vegetación	54
5.10.1. Vegetación en la zona de estudio	55
5.10.2. Hábitats de Interés Comunitario	56
5.11. Fauna	60
5.11.1. Fauna en la zona de estudio	62
5.12. Paisaje	65
5.12.1. Introducción y conceptos básicos generales	65
5.12.2. Inventarios paisajísticos	67
5.12.3. Caracterización paisajística de la zona de estudio	67
5.13. Espacios naturales de la Red Natura 2000	69
5.13.1. ZEC Doñana (ES0000024)	70
5.13.2. LIC Marismas del Odiel (ES0000025)	74
5.14. Otros espacios naturales protegidos	75
5.15. Patrimonio cultural y arqueológico	80
5.15.1. Introducción	80
5.15.2. Evolución histórica	81
5.15.3. Patrimonio arqueológico en el entorno de la zona de estudio	82
5.16. Cambio climático	87
5.16.1. Marco legal y antecedentes	87
5.16.2. Cambios en el nivel del mar y el oleaje	88
5.16.3. Efectos sobre las playas	91
5.16.4. Estrategia Andaluza del Cambio climático. Indicadores de vulnerabilidad	94
5.16.5. Visor C3E	96
5.16.6. Aplicación a la playa de Matalascañas	104
5.17. Medio socioeconómico	106



6. Identificación y valoración de impactos	112
6.1. Consideraciones previas. Estrategia para la Protección de la Costa	112
6.2. Definiciones según el marco legal vigente	113
6.3. Valoración de la incidencia sobre la zona de extracción del material.....	114
6.3.1. Análisis de la afección a los espacios protegidos	114
6.3.2. Análisis de la afección a las zonas pesqueras y de marisqueo	117
6.3.3. Análisis de la afección al patrimonio cultural y arqueológico	119
6.3.4. Otros aspectos a tener en cuenta en la valoración de la afección.....	119
6.4. Análisis del impacto de las obras de regeneración	120
6.4.1. Valoración de la incidencia del cambio climático	120
6.4.2. Valoración de la incidencia sobre la dinámica litoral	121
6.4.3. Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica	123
6.4.4. Valoración de la incidencia sobre la calidad de las aguas	124
6.4.5. Valoración de la incidencia sobre el paisaje.....	125
6.4.6. Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000 y otros espacios protegidos	126
6.4.7. Valoración de la incidencia sobre la flora y la vegetación	129
6.4.8. Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico	133
6.4.9. Valoración de la incidencia sobre los recursos pesqueros.....	133
6.3.10. Valoración de la incidencia sobre la socioeconomía.....	134
6.5. Valoración global de los efectos.....	134
7. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.....	137
7.1. Control de los efectos sobre el cambio climático	137
7.2. Buenas prácticas de obra.....	138
7.3. Control de los efectos sobre la dinámica litoral.....	140
7.4. Control de los efectos sobre la calidad atmosférica.....	140
7.4.1. Prevención de emisión de partículas en suspensión	140
7.4.2. Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión	141
7.4.3. Prevención de ruido	142
7.5. Control de los efectos sobre la calidad de las aguas	143
7.6. Control de los efectos sobre el paisaje	144
7.7. Control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000	145
7.8. Control de los efectos sobre la vegetación y los Hábitats de Interés Comunitario	145
7.9. Control de los efectos sobre el patrimonio arqueológico	146
7.10. Control de los efectos sobre factores socioeconómicos. Recursos pesqueros y turismo	148
7.11. Control de residuos	149



8. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental	150
8.1. Objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental	150
8.2. Contenido básico y etapas del Plan de Vigilancia Ambiental	151
8.3. Seguimiento y control	152
8.4. Actividades específicas de seguimiento ambiental	153
8.4.1. Control de las labores de dragado para extracción del material de aportación	153
8.4.2. Control de la dinámica litoral	153
8.4.3. Control de la calidad de las aguas marinas.....	154
8.4.4. Control de la calidad atmosférica	156
8.4.5. Control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000 y los Hábitats de Interés Comunitario.....	156
8.4.6. Control de los recursos pesqueros	156



Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes

El proyecto de regeneración de la playa de Matalascañas surge de la necesidad de paliar la fuerte regresión a la que se está viendo sometida esta playa desde hace unos años.

En este sentido, el Servicio Provincial de Costas en Huelva, perteneciente a la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, considera que, independientemente de las medidas que haya que adoptar a largo plazo para garantizar la sostenibilidad de esta playa, es necesario asegurar su funcionalidad a corto plazo, por lo que se plantea la aportación de arena hasta conformar un perfil que garantice una superficie de playa emergida suficiente durante las próximas temporadas. Se plantea asimismo la reparación de los dispositivos de retención de arena actualmente existentes en la playa.

Además, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar ha desarrollado cuatro Estrategias para la Protección de la Costa en las zonas donde se han detectado mayores problemas de erosión, estableciéndose la playa de Matalascañas como tramo de costa prioritario para las actuaciones, dado que con la subida del nivel del mar debida al cambio climático se agravará la situación futura incrementándose su grado de vulnerabilidad.

1.2 Justificación de la tramitación ambiental

Como base de partida para el análisis del marco legal en el que se encuentran las actuaciones, se considera el hecho de que el promotor del presente proyecto es la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, y será examinado por la Administración General del Estado, por lo que le es de aplicación la legislación estatal en materia de Evaluación Ambiental.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación de impacto ambiental, en su texto consolidado del 15 de junio de 2017, en su artículo 7, en el que determina el ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental, establece lo siguiente:

Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.

1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

b) Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.

d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:



- a) *Los proyectos comprendidos en el anexo II.*
- b) *Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni en el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*
- c) *Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:*
- 1.º *Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.*
 - 2.º *Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.*
 - 3.º *Incremento significativo de la generación de residuos.*
 - 4.º *Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*
 - 5.º *Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*
 - 6.º *Una afección significativa al patrimonio cultural.*
- d) *Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.*
- e) *Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.*

El proyecto de regeneración de la playa de Matalascañas se encuentra incluido entre los del Anexo II, Grupo 7 - Proyectos de infraestructuras, apartado e) Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos o bien que requieran la construcción de diques o espigones, por lo que estaría sometido a una tramitación ambiental simplificada.

Sin embargo, **a pesar de que el proyecto objeto de estudio no se encuentra ubicado en ningún espacio perteneciente a la Red Natura 2000, dada su cercanía a la ZEC de Doñana, se ha considerado más adecuado optar por el trámite de evaluación ambiental ordinaria.**

1.3 Contenido del presente estudio de impacto ambiental

De acuerdo con lo establecido en el artículo 35 de la Ley 21/2013, el contenido del presente Estudio de Impacto Ambiental incluye la descripción de las obras del proyecto y su ubicación, elaborando además una descripción de las alternativas estudiadas como posibles soluciones al problema planteado, y la justificación de la solución adoptada.

Todo ello se fundamenta en las descripciones y los análisis recogidos a lo largo de los diferentes apartados que componen el estudio, que engloban la descripción del entorno en lo que se refiere al medio físico y biológico, el estudio detallado de la dinámica litoral de la zona, y otros aspectos de especial relevancia, como son los parques incluidos en la Red Natura 2000 y los sistemas dunares, así como la valoración de la posible afección sobre estos entornos, de las actuaciones proyectadas. Se incluyen asimismo las medidas que permiten prevenir, reducir, compensar o corregir cualquier efecto negativo derivado de la ejecución del proyecto, tanto en lo que se refiere a las actuaciones directas del proyecto, como a las actividades derivadas del desarrollo del mismo.

Capítulo 2

Ubicación y objeto del proyecto

2.1 Ubicación del proyecto: diagnóstico de la situación actual

El proyecto se desarrolla en la playa de Matalascañas, que se encuentra en el Término Municipal de Almonte, junto al parque de Doñana. En la figura 2.1 se muestra la ubicación de la zona.



Figura 2.1 – Ubicación del proyecto. Playa de Matalascañas

La playa de Matalascañas viene sufriendo desde hace tiempo una regresión muy destacada, con desplazamiento de cantidades masivas de arena, quedando la playa emergida en pleamar con una superficie muy reducida y en algunos tramos inexistente.

Desde hace algunos años la acción del oleaje ha afectado de forma significativa al acantilado arenoso que se desarrolla inmediatamente a poniente de la urbanización de Matalascañas, erosionándolo de una forma continua y persistente. Ello viene provocando un retroceso paulatino del frente del acantilado, además de situaciones peligrosas cuando la marea está alta y no existen espacios disponibles entre el acantilado y la orilla.

Es más, la caída de algunas de las instalaciones existentes en la ladera del cantil ha provocado el que en la orilla se hayan depositado restos de las mismas, tales como escaleras, sacos terreros, escombros y otros elementos. Por lo demás, la parte urbana de la playa registra problemas de déficit de sedimentos en algunos tramos.

La playa de Mazagón es amplia, de arena fina y dorada, y está bordeada por un acantilado medio-alto que se prolonga a lo largo de la playa de Castilla, hasta terminar en las proximidades de la urbanización de Matalascañas. Toda la unidad está bordeada por una extensa área de pinar, y linda con el Parque de Doñana.

La construcción del dique de Huelva ha supuesto un impacto directo en esta costa, la cual ha dejado de recibir parte de los 50-150.000 m³/año de sedimento procedentes de la costa de Punta Umbría. Además, su presencia ha inducido un transporte hacia el interior de la ría que, una vez construido el puerto deportivo de Mazagón, ha generado una destacada acumulación a levante de su dique de defensa. Como consecuencia de estos dos hechos, la playa de Mazagón ha sufrido un retroceso notable durante las últimas décadas, habiendo sido objeto de diversas obras de regeneración. Estudios disponibles en la zona indican que existe un transporte general al sur del puerto de Mazagón superior a los 100.000 m³/año.

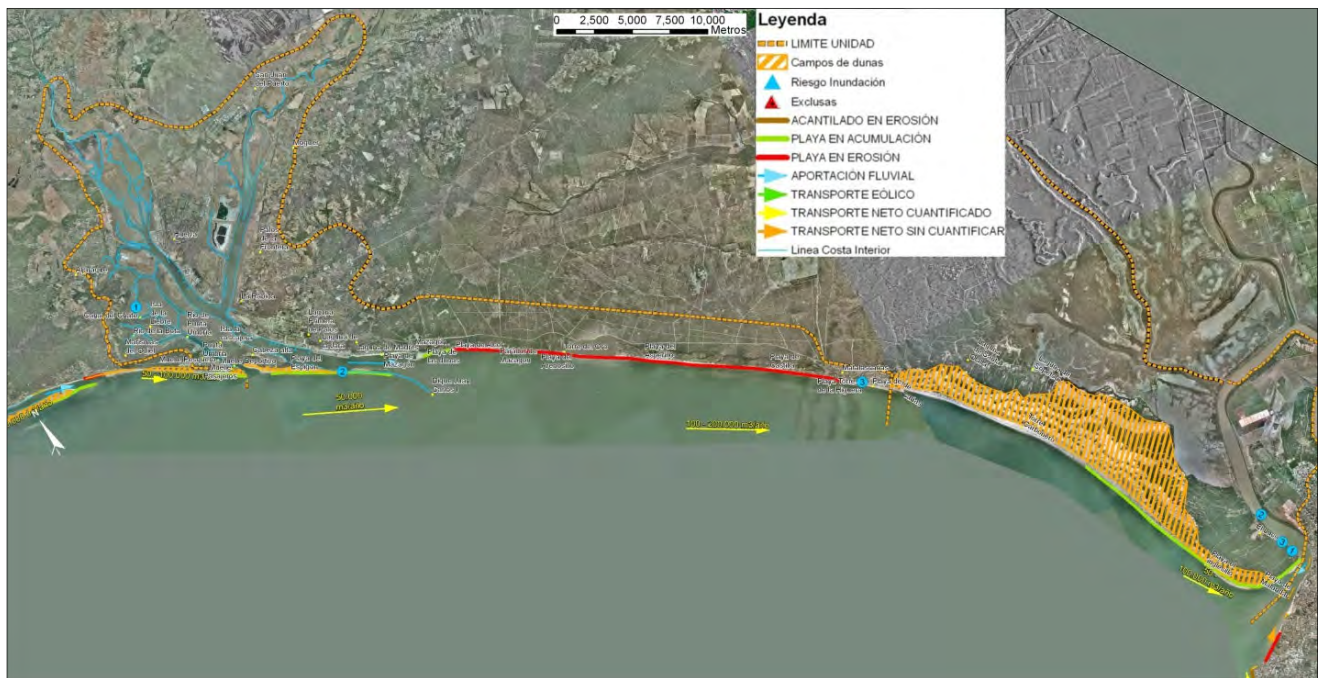


Figura 2.2 – Morfología de la costa y transporte sedimentario en el frente litoral de la ría de Huelva y playa de Castilla

Matalascañas se sitúa en el extremo final de la playa que sirve de protección al acantilado arenoso que recorre toda esta costa, y donde, debido a la distancia, el transporte litoral todavía no se ha visto afectado por la construcción del dique del puerto de Huelva. Por tanto, gran parte de las transformaciones sufridas por la playa de Matalascañas se deben al impacto causado sobre el perfil de playa por la construcción del muro de defensa del paseo marítimo, y a la urbanización del acantilado arenoso que, parcialmente, servía como fuente de material a la playa.

La punta de Malandar, en el extremo sur del tramo, se encuentra en progresión hacia el eje central del río, con un avance de más de 450 m. en las últimas cinco décadas. Esto es consecuencia de la acumulación natural de arena procedente de la costa onubense, y de la reducción de los caudales del



río provocada por la regulación de su cuenca. En algunos puntos esta evolución da lugar a procesos erosivos localizados, sin relevancia para la estabilidad general de la unidad.

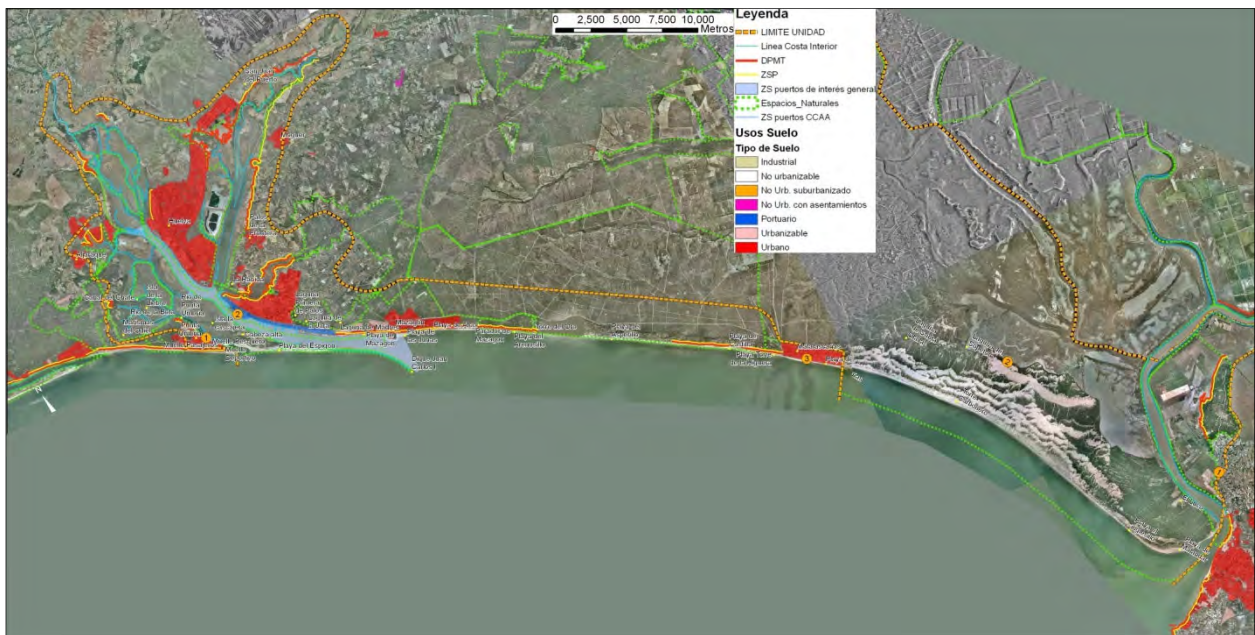


Figura 2.3 – Características urbanísticas del frente litoral de la ría de Huelva y playa de Castilla

El proceso de conformación del sistema de asentamientos del Litoral Occidental de Huelva presenta históricamente una clara dicotomía en su localización entre los núcleos de población litorales que basaban su actividad fundamentalmente en los recursos pesqueros y los núcleos del interior, en los que predominaba una actividad vinculada con los recursos agrícolas y forestales.

Esta dicotomía ha experimentado una profunda modificación a medida que se han producido nuevos recursos generadores de renta, vinculados a la actividad turística y posteriormente a la nueva agricultura, que han potenciado la implantación de núcleos en el frente litoral, incrementando el tamaño y peso poblacional de antiguos núcleos pesqueros, que diversifican así sus actividades, o conformándose otros nuevos que jalonan todo el eje costero, principalmente urbanizaciones de segunda residencia como Matalascañas.

Al sur de Mazagón la costa se encuentra casi completamente libre de edificaciones, exceptuando el núcleo de Matalascañas. En esta zona la invasión de las dunas y el retroceso de la costa generan graves problemas de erosión. Las playas de Mazagón y Castilla no tienen problemas por la carga de uso, debido a su extraordinaria extensión. Sin embargo, la aglomeración de Matalascañas provoca una alta demanda de uso sobre una playa muy erosionada. Este núcleo urbano presenta una alta presión turística en las inmediaciones del parque de Doñana, con una población en verano de 80.000 personas.

Estado actual de la playa

El acantilado situado al norte de Matalascañas está sufriendo un retroceso muy destacado, cuyo valor estimado se sitúa en torno a 0.50-1.0 m/año. Las figuras 2.4 y 2.5 muestran una comparación entre diversas ortofotografías, en la que se ve el detalle de alguna de las zonas afectadas por la erosión del cantil.



Figura 2.4 – Comparación de ortofotografías correspondientes a los años 1977 y 2010



Figura 2.5 – Comparación de ortofotografías correspondientes a los años 2013 y 2016

En lo que respecta a la playa de Matalascañas, el paseo marítimo y algunas de las urbanizaciones fueron construidas sobre la duna y sobre el mismo perfil activo de playa, razón por la cual ha sido necesario proceder a la instalación de una defensa longitudinal de escollera en el primer tramo de la unidad.

En el año 1978 se construyó un campo de espigones, con separación de 200 metros, que cubría los más de 4 km de frente urbano. Sin embargo, estos espigones se han ido hundiendo con el paso del tiempo, de forma que en la actualidad sólo afloran en lugares determinados de la playa y cuando el perfil arenoso es erosionado por los temporales.

La figura 2.6 muestra una planta general de la playa de Matalascañas, en la que se indican los límites aproximados de las tres zonas en las que ésta se puede dividir:

- Un primer tramo al norte, de 2 km de longitud, en la cual la erosión es más destacada. Este tramo presenta anchuras de playa seca por lo general inferiores a 30 metros, y en él los temporales suelen alcanzar al muro del paseo marítimo
- Un segundo tramo central, de 1 km de extensión, en el que la anchura de playa puede llegar a alcanzar más de 60 metros (ver figura 3.4). En todo caso, esta zona ha estado también sometida a oscilaciones de anchura muy destacadas
- Un tramo sur, de 1 km de longitud, en el que se suelen producir erosiones puntuales muy elevadas, y donde la playa seca ha llegado en ocasiones a desaparecer totalmente.

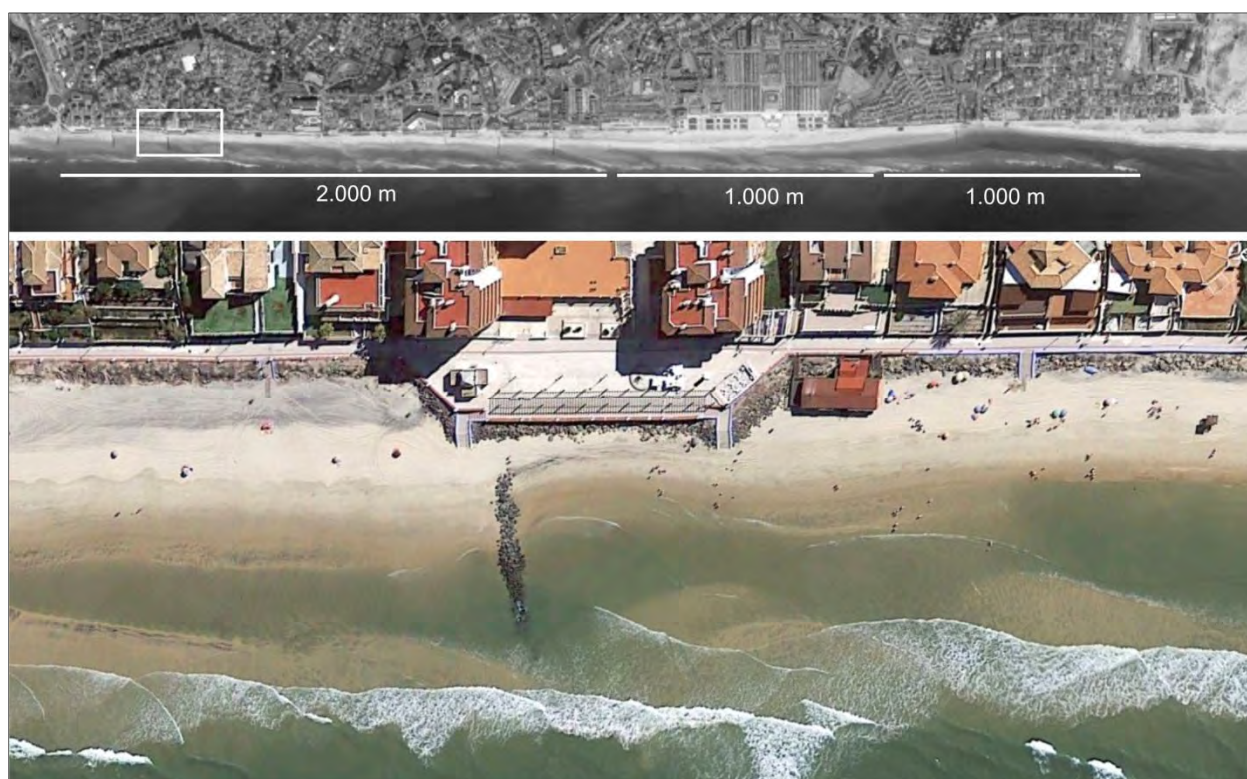


Figura 2.6 – Planta general de la playa de Matalascañas, y situación del tramo más afectado actualmente por la erosión

La figura 2.7 muestra el estado actual de la zona central, que en la actualidad dispone de una anchura muy destacada.



Figura 2.7 – Estado actual de la zona central de la playa de Matalascañas

Evolución prevista de la playa

Tal y como se describe en el estudio de dinámica sedimentaria, la costa de Matalascañas seguirá sometida a un proceso erosivo en el futuro derivado de diferentes factores, como son:

- la onda erosiva procedente del Norte, tras la construcción del dique de encauzamiento Juan Carlos I del puerto de Huelva
- la progresiva sobre elevación del nivel medio del mar, que alcanza valores cercanos a los 2.5 mm/año
- la presencia de las obras de defensa del paseo marítimo, que continuarán afectando a la estabilidad del perfil de playa

2.2 Objeto del proyecto

Considerando que la situación no puede proseguir de esa manera indefinidamente, procede valorar la conveniencia de aportar artificialmente arena procedente de dragado en cantidades masivas, para asegurar la funcionalidad de la playa a corto plazo. Esta aportación de arena permitiría el conformar un perfil que garantice una superficie de playa emergida suficiente durante las próximas temporadas, mejorando los dispositivos de retención de sedimentos actualmente existentes sobre la playa, de manera que contribuyan con más eficiencia a la permanencia sobre la misma de la arena que se aporte, sin que a la vez se produzca una merma destacada en el transporte de sedimentos a lo largo de la costa.

Todo ello sin perjuicio de lo señalado en el Artículo 44.4 de la Ley de Costas, referido a a las actuaciones que han de tenerse en cuenta en las regeneraciones de playa:

Para la creación y regeneración de playas se deberá considerar prioritariamente la actuación sobre los terrenos colindantes, la supresión o atenuación de las barreras al transporte marino de áridos, la aportación artificial de éstos, las obras sumergidas en el mar y cualquier otra actuación que suponga la menor agresión al entorno natural.

Capítulo 3

Descripción del proyecto y sus acciones

3.1 Definición y características del proyecto: descripción de las obras

Obras de regeneración

Las obras del proyecto consisten en:

- La remodelación de 9 de los actuales espigones (uno de cada dos) para recuperar la antigua capacidad de retención de arena del sistema. La remodelación consiste en la elevación de las estructuras 1.50 metros sobre el nivel actual de la playa, de forma que la cota de coronación del espigón vaya descendiendo según nos alejamos del paseo marítimo, adaptándose a la cota decreciente del perfil de playa. Sólo se recrecen los primeros 50 metros de cada espigón. La sección tipo de los espigones estará formada por escollera de 1-2 tn situada sobre el perfil de playa, a una cota variable entre +1.0 m y + 4.0 m, de forma que su coronación estará situada entre las cotas +2.5 m y +5.5 m.
- Relleno de arena procedente de dragado, con un volumen de 700.000 metros cúbicos. Este material se reparte por igual a lo largo de 3.700 metros de playa, siendo el inicio del punto de vertido el espigón norte actual, situado al inicio del paseo marítimo.

La figura 3.1 muestra un esquema de la actuación propuesta. En las figuras 3.2 y 3.3 se muestra la planta general de las obras y la sección tipo de la remodelación de los espigones respectivamente.



Figura 3.1 – Esquema de las obras de regeneración

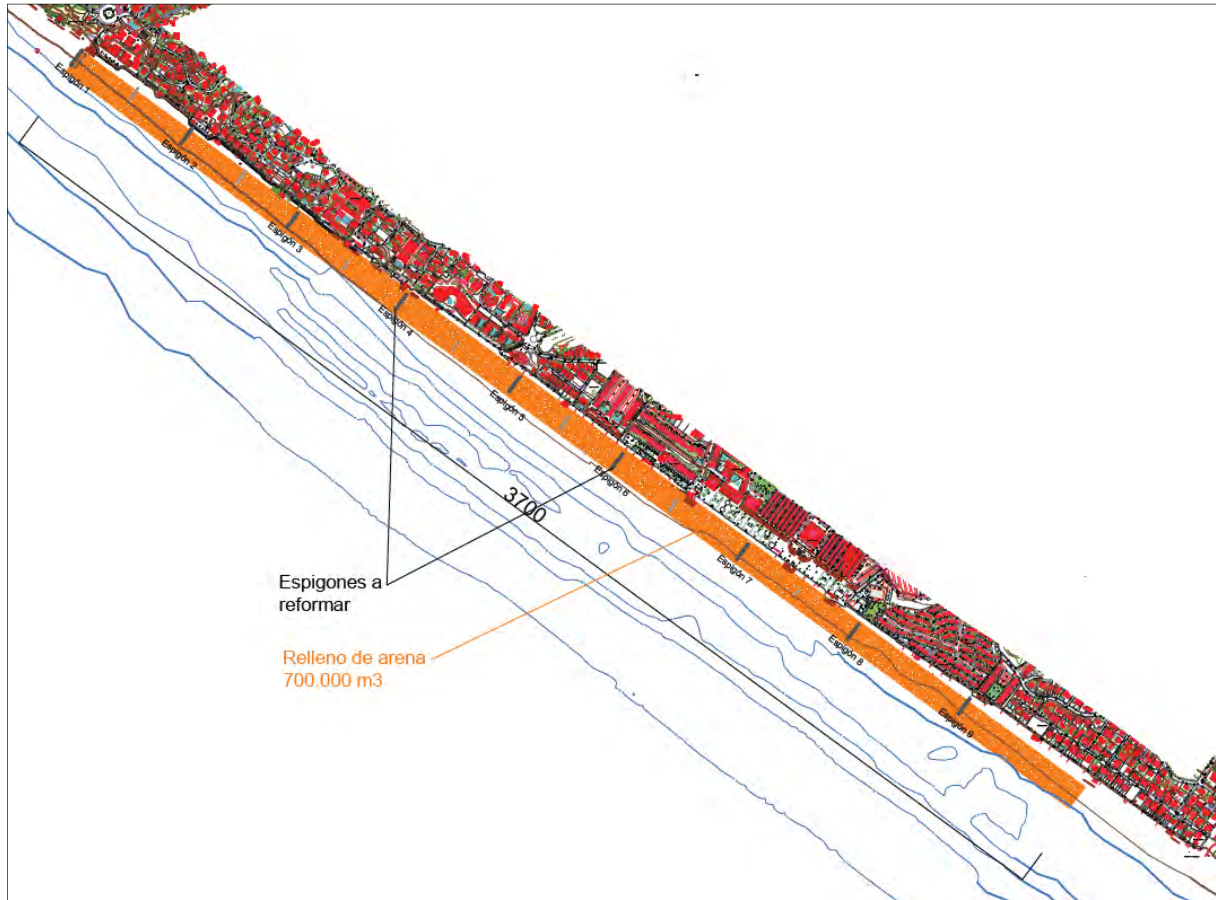


Figura 3.2 – Planta general de la alternativa propuesta

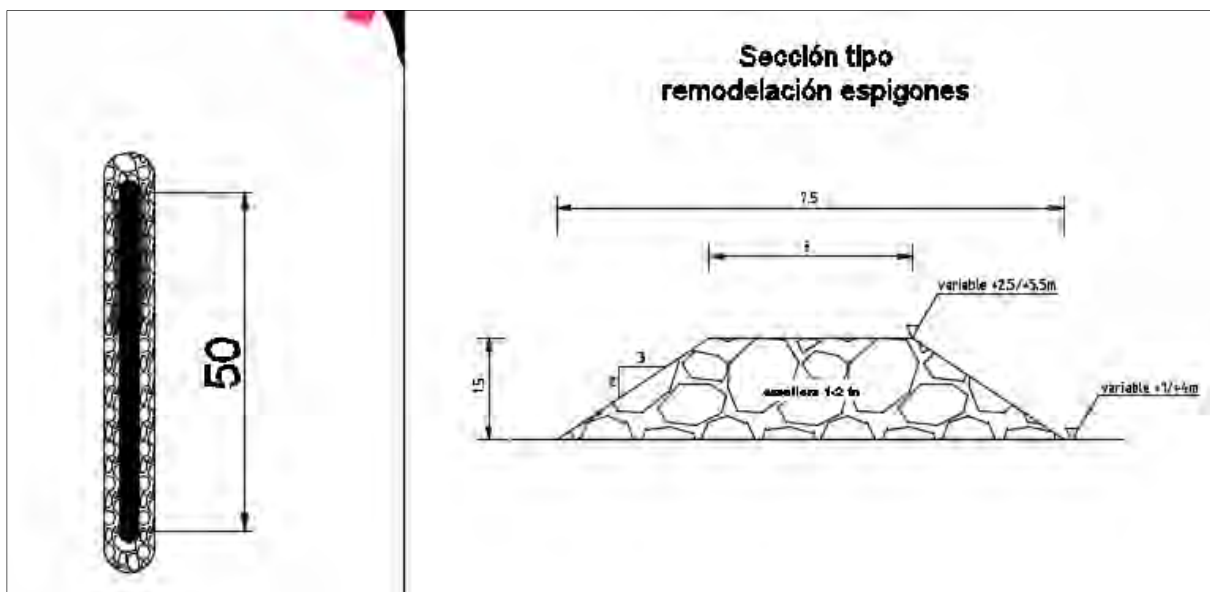


Figura 3.3 – Detalle del recrecimiento de los espigones. Planta y perfil tipo

Operaciones de dragado para obtención del material de aportación

La operación de dragado para obtención del material de aportación consiste en la retirada de sedimentos del fondo marino, en zonas de profundidad entre 4 y 15 metros, situando la draga en el interior de un polígono balizado. El material se extrae del fondo mediante un cabezal de succión conectado a través de una tubería, a una bomba centrífuga instalada en la embarcación. La mezcla agua-sedimentos es succionada por la bomba, impulsándola en la cántara de la draga. La arena se deposita por sedimentación en la cántara de la draga, mientras el agua se vierte de nuevo al mar.

Posteriormente, se realiza el vertido de arena mediante impulsión a playa seca, incluyendo su extendido y perfilado, mediante tractor oruga.

3.2 Descripción y procedencia de los materiales

El material de aportación a la playa se va a obtener de dos zonas de extracción diferentes:

- Zona frente a Punta Umbría, a 2,9 kilómetros de la línea de costa, con un área aproximada de 790 Ha
- Zona frente al dique Juan Carlos I, frente al muelle sur del puerto de Huelva y a escasos 500 metros de la línea de costa, con un área aproximada de 263 Ha

La figura 3.4 muestra la ubicación de ambas zonas.



Figura 3.4 – Ubicación de las zonas de obtención del material para aportar a la playa



Se han analizado los informes de caracterización de los materiales a dragar en ambas zonas, elaborados por Tecnoambiente en julio de 2018.

En los mencionados informes se ha procedido a realizar todos los análisis requeridos en la Instrucción Técnica para la Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, enero 2010), en la que se indica que deben cumplirse las siguientes condiciones para determinar la aceptabilidad del material:

Parámetros físicos

El porcentaje de finos (limos y arcillas) presente en el sedimento a aportar no deberá superar el 5% del total en la distribución granulométrica.

Parámetros químicos

No se considerarán adecuados para su aporte a playas de baño, sin la realización de otros estudios complementarios, aquellos materiales cuya concentración media supere para alguno de los parámetros en más de un 20% los límites de los valores de evaluación (BACs) establecidas por el Convenio para la protección del Atlántico Nor-Este (OSPAR). Tales concentraciones límite son las incluidas en la tabla 3.1.

Metal	Concentración en mg/kg (sms)
Arsénico	30
Cadmio	0,4
Cromo	100
Cobre	35
Plomo	45
Mercurio	0,1
Níquel	45
Zinc	150

Tabla 3.1 – Concentraciones límite en las arenas a aportar a playas

En los casos en que se supere la concentración límite para alguno de los contaminantes, su aceptabilidad para el aporte a playas estará condicionada a que se demuestre, a través de los estudios necesarios, el origen geoquímico de tales concentraciones y su no biodisponibilidad.

Además de los análisis de metales pesados se deberá determinar el contenido en materia orgánica del material, considerándose aceptable para su aportación a playas aquel con una concentración no superior al 1% del total, en el caso de que se exprese como Carbono Orgánico Total o al 3% en caso de ser expresado como contenido en sólidos volátiles.

Adicionalmente a las determinaciones anteriores, para aquellas extracciones que se realicen en zonas influenciadas por la existencia de vertidos o aguas de escorrentía procedente de suelos contaminados o de cultivo, deberá llevarse a cabo un estudio documental para conocer el tipo de contaminante que pudiera haberse depositado en el sedimento a extraer, procediéndose a la realización de los correspondientes análisis de laboratorio para determinar su presencia/ausencia en el sedimento.

Si el contaminante es detectado se deberán acometer ensayos específicos de laboratorio para determinar su ecotoxicidad, descartándose su utilización en el caso que éstos resulten positivos.



Parámetros microbiológicos

Debe analizarse la presencia/ausencia de indicadores de contaminación fecal (Estreptococos fecales y en menor medida, Coliformes fecales). La presencia significativa de alguno estos indicadores en el sedimento a extraer, obligará a la realización de estudios microbiológicos complementarios para garantizar la ausencia de patógenos.

En este sentido es importante destacar que no existe una normativa específica al respecto y en la Instrucción Técnica para la Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena, no se especifican los límites recomendados para los parámetros microbiológicos. Sin embargo, para regeneraciones de playas puede servir de referencia la publicación del CEDEX “Guía metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de las extracciones de arenas para la regeneración de playas” (2004).

El criterio que se propone para juzgar la aceptabilidad ambiental de la utilización de la arena para su aporte a zonas de baño es que la concentración media ponderada para el material sea, para todos los parámetros, igual o inferior a la concentración límite que se propone para cada uno de ellos. Los valores establecidos en el documento de referencia mencionado son los que se recogen en la tabla 3.2.

CONCENTRACIONES LÍMITE EN SEDIMENTOS		
Calidad microbiológica	Coliformes fecales o E. Coli	30 ufc/gr
	Estreptococos fecales	30 ufc/gr
	Hongos	10.000 ufc/gr

Tabla 3.2 – Concentraciones límite de parámetros microbiológicos en las arenas a aportar a playas

3.2.1. Material de la zona del dique Juan Carlos I

Tal como se recoge en el informe elaborado por Tecnoambiente, la granulometría de los sedimentos se ha mostrado muy homogénea, estando compuesta principalmente por arenas medias, con un porcentaje medio del 40,7%; le siguen las arenas gruesas y finas con porcentajes del 21,9 y 17,6% respectivamente. El contenido medio en finos es del 1,2% y el de gravas del 7,9%. Si se tienen cuenta que el porcentaje límite establecido para los finos es del 5%, se puede decir que el contenido en finos en el sedimento estudiado se ajusta, al límite establecido por la Instrucción. En la tabla 3.3 se recogen los resultados granulométricos de las parcelas seleccionadas en esta zona.

DETERMINACIÓN	UNIDADES	V6 0,0-0,5	V7 0,0-0,5
Gravas ($\Phi > 2$ mm)	%	3,5	14,2
Arenas muy gruesas ($2 \text{ mm} > \Phi > 1$ mm)	%	6,6	8,9
Arenas gruesas ($1 \text{ mm} > \Phi > 0,5$ mm)	%	23,3	17,8
Arenas medias ($0,5 > \Phi > 0,25$ mm)	%	52,4	32,5
Arenas finas ($0,25 \text{ mm} > \Phi > 0,125$ mm)	%	10,2	23,6
Arenas muy finas ($0,125 > \Phi > 0,063$ mm)	%	2,7	1,8
Finos	%	1,3	1,2
Moda	Adimensional	AM	AM
D50	mm	0,42	0,43

Tabla 3.3 – Resultados de los análisis granulométricos de las parcelas de la zona del dique Juan Carlos I

En la tabla 3.4 se muestran los resultados del resto de parámetros analizados en el material de aportación.



DETERMINACIÓN	UNIDADES	V6 0,0-0,5	V7 0,0-0,5
Materia orgánica	%	<1,0	<1,0
Arsénico	mg/Kg	11,5	5,72
Cadmio	mg/Kg	<0,120	<0,120
Cobre	mg/Kg	4,72	<2,50
Cromo	mg/Kg	3,06	5,62
Mercurio	mg/Kg	0,145	0,125
Níquel	mg/Kg	<2,50	2,7
Plomo	mg/Kg	5,11	2,99
Zinc	mg/Kg	34,3	9,55
Coliformes fecales	UFC/g	<2	<2
Estreptococos fecales	UFC/g	<2	<2

Tabla 3.4 – Resultados de los análisis de las parcelas de la zona del dique Juan Carlos I

Tal como muestran los resultados de la caracterización recogidos en los informes de Tecnoambiente, los materiales analizados cumplen todos los requisitos requeridos en la normativa vigente, no superando los límites y condiciones establecidos, por lo que son aptos para su aporte a las playas.

Es importante mencionar que la concentración media de mercurio en el material analizado frente al dique Juan Carlos I, supera levemente el valor de referencia de la instrucción (0,147mg/kg frente a 0,100 mg/kg). En este caso, la Instrucción Técnica para la Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena establece que para aquellos materiales considerados como no aptos, se considerará la aceptabilidad de dicho material cuando presente concentraciones medias para cada uno de los contaminantes no superiores a las existentes en los sedimentos nativos de la playa sobre la que se depositarán, siempre y cuando éstos no estén sometidos a fuentes conocidas de contaminación y la zona de baño haya sido clasificada como “suficiente”, “buena” o “excelente” durante la temporada anterior de acuerdo con los criterios establecidos en el RD 1341/2007, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. La concentración de este metal en la playa de Matalascañas presenta valores de 0,153 mg/kg, que es superior a la concentración media del árido de préstamo (0,147 mg/kg).

Esto, junto al hecho de que la playa ha sido clasificada como excelente durante la temporada anterior de acuerdo con los criterios establecidos en el RD 1341/2007, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño, hace que las arenas sean aptas para su aporte a esta playa. (Ver apartado 5.6.4)

3.2.2. Material de la zona de Punta Umbría

La granulometría de los sedimentos estudiados en este sector se ha mostrado muy homogénea, estando compuesta principalmente por arenas medias, con un porcentaje medio del 38%, seguido por las arenas gruesas con un 34%. El contenido en arenas finas y muy gruesas es parecido, estando en torno al 10%. El contenido medio en finos es del 1% y el de gravas del 7,1%. Si se tienen cuenta que el porcentaje límite establecido para los finos es del 5%, se puede decir que el contenido en finos en el sedimento estudiado se ajusta, al límite establecido por la Instrucción. En la tabla 3.5 se recogen los resultados granulométricos de las parcelas seleccionadas en esta zona.



DETERMINACIÓN	UNIDADES	V9 0,0-0,5	V11 0,0-0,5
Gravas ($\Phi > 2$ mm)	%	4,7	9,0
Arenas muy gruesas ($2 \text{ mm} > \Phi > 1$ mm)	%	8,5	12,7
Arenas gruesas ($1 \text{ mm} > \Phi > 0,5$ mm)	%	33,1	33,9
Arenas medias ($0,5 > \Phi > 0,25$ mm)	%	43,0	35,4
Arenas finas ($0,25 \text{ mm} > \Phi > 0,125$ mm)	%	9,3	5,1
Arenas muy finas ($0,125 > \Phi > 0,063$ mm)	%	0,80	1,8
Finos	%	0,6	1,9
Moda	Adimensional	AM	AM
D50	mm	0,48	0,58

Tabla 3.5 – Resultados de los análisis granulométricos de las parcelas de la zona de Punta Umbría

DETERMINACIÓN	UNIDADES	V9 0,0-0,5	V11 0,0-0,5
Materia orgánica	%	<1,00	1,03
Arsénico	mg/Kg	27,2	20
Cadmio	mg/Kg	<0,120	<0,120
Cobre	mg/Kg	7,91	8,11
Cromo	mg/Kg	4,35	4,39
Mercurio	mg/Kg	<0,100	<0,100
Níquel	mg/Kg	2,55	<2,50
Plomo	mg/Kg	9,80	9,12
Zinc	mg/Kg	37,5	30,5
Coliformes fecales	UFC/g	<2	<2
Estreptococos fecales	UFC/g	<2	<2

Tabla 3.6 – Resultados de los análisis de las parcelas de la zona de Punta Umbría

El contenido en materia orgánica como sólidos volátiles en todas las muestras se ha mostrado bajo, estando en la mayoría de los casos por debajo del límite de cuantificación (<1 %). La concentración límite para la materia orgánica, según las normas establecidas en la Instrucción, es del 3%. Si se tienen cuenta que la concentración media obtenida es <1,0%, se puede decir que la concentración de materia orgánica en el sedimento estudiado se ajusta, al límite establecido por la Instrucción.

Por último, en relación al contenido en metales pesados, puede observarse como la concentración puntual (y por tanto la concentración media) de todos los metales para todas las estaciones, se encuentra por debajo de los valores de referencia, por lo que se ajusta a los límites establecidos en la Instrucción).

Los resultados de todos estos análisis se recogen en la tabla 3.6.



3.3 Residuos y otros elementos derivados de la actuación

No se prevé la realización de demoliciones en la obra, de forma que no se generarán residuos por este concepto.

El cálculo de las cantidades de residuos de construcción, básicamente constituidos por sobrantes de materiales de ejecución y los envases y embalajes de dichos materiales, se ha realizado a partir de las cantidades de materiales utilizados reflejadas en el presupuesto y aplicando la Guía. En este caso, el único material a utilizar es la escollera para la remodelación de los espigones, cuyo rechazo de obra constituirá el residuo previsto.

CÓDIGO LER	17 05 04
DESCRIPCIÓN	Tierras y piedras
% SOBRANTE	Balance
DENSIDAD REAL (Tn/m3)	2.65
DENSIDAD APARENTE (Tn/m3)	1.65
Medición obra (Tn)	3,532.50
Estimación residuos (Tn)	176.63
Volumen residuos (m3)	107.05

Tabla 3.7 – Volumen de residuos calculado

A. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología RCD	Estimación m3	Precio gestión (€/m3)	Importe €	% del Presupuesto de la obra
A1. RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	107.05	20	2.140,10	0.05
A2. RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza pétreo				
RCDs Naturaleza no Pétreo				
RCDs potencialmente peligrosos				
Límite mínimo de 0.2% de presupuesto de la obra				
B. RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
B1. % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I				
B2. % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II				
B3. % Presupuesto de obra por costes de gestión, alquileres, etc...				
TOTAL PRESUPUESTO PLAN DE GESTIÓN			2.140,10	

Tabla 3.8 – Valoración del coste previsto de la gestión de residuos



Capítulo 4

Análisis de alternativas: examen multicriterio

4.1 Consideraciones iniciales

Se discuten a continuación las posibles alternativas de actuación, encaminadas a mejorar las condiciones actuales de la playa de Matalascañas, y a dotar a la unidad de una mayor estabilidad en el futuro.

Para ello, se cuenta con dos actuaciones básicas que permitirían alcanzar esos objetivos:

- Aportación de arena en grandes cantidades, para lograr un avance de la línea de playa
- Actuación sobre los espigones de defensa actuales, encaminada a mejorar sus condiciones de retención del transporte sedimentario.

Se descartan expresamente otras tipologías diferentes de estabilización de playas, como pueden ser los diques exentos, dado que la playa ya cuenta con una serie de espigones construidos que han tenido un efecto moderado sobre su estabilidad, mientras que los efectos de los diques exentos pueden ser menos previsibles a largo plazo, generando posibles zonas de erosión tras ellos.

Es necesario tener presente que la Ley de Costas en su Artículo 44.4 se refiere a las actuaciones que han de tenerse en cuenta en las regeneraciones de playa:

Para la creación y regeneración de playas se deberá considerar prioritariamente la actuación sobre los terrenos colindantes, la supresión o atenuación de las barreras al transporte marino de áridos, la aportación artificial de éstos, las obras sumergidas en el mar y cualquier otra actuación que suponga la menor agresión al entorno natural.

Precisamente las actuaciones en terrenos colindantes son una herramienta de lucha contra la erosión costera y el cambio climático muy eficaz, especialmente en lugares como Matalascañas donde las urbanizaciones y el paseo marítimo han invadido la playa activa y la duna, ocasionando un efecto muy adverso sobre la estabilidad del sistema litoral.

Hay que recordar que, en algunos tramos de la playa actual, el paseo marítimo tiene más de 60 metros de anchura, cuando la playa seca en esa misma zona tiene menos de 40 metros de anchura.

Por tanto, aunque no parece aún llegado el momento de plantear alternativas tan drásticas como la retirada del paseo marítimo en algunos tramos, sí que se quiere destacar aquí la necesidad de, en un futuro no muy lejano, valorar la posible aplicación de medidas de este tipo que aumenten la estabilidad de la playa y mejoren su adaptación al cambio climático, sin el consiguiente coste para la estabilidad de los tramos adyacentes.

4.2 Descripción de alternativas

Alternativa cero - No actuación

Esta alternativa consiste en no actuar, permitiendo de este modo la evolución natural del sistema.

Alternativa 1 - Relleno de 850.000 m³ de arena

La Alternativa 1 consiste en un relleno de 850.000 m³ de arena procedente de dragado, distribuida de forma homogénea a lo largo de toda la playa. Este relleno permitiría un avance medio inicial de la playa de 15 metros.

La figura 4.1 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 1.



Figura 4.1 – Esquema de la Alternativa 1 - Relleno de 850.000 m³ de arena

Alternativa 2 – Relleno de 350.000 m³ de arena

La Alternativa 2 consiste en un relleno de 350.000 m³ de arena procedente de dragado, distribuida de la siguiente manera:

- Un relleno de 275.000 m³ vertido a lo largo de los primeros 2 kilómetros de playa. Este relleno permitiría un avance medio inicial de la playa de 10 metros.
- Un relleno de 75.000 m³ vertido a lo largo de 800 m de playa en su tramo final, lo que permitiría también disponer de un avance medio de 6 m de la playa en ese sector.

La figura 4.2 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 2.

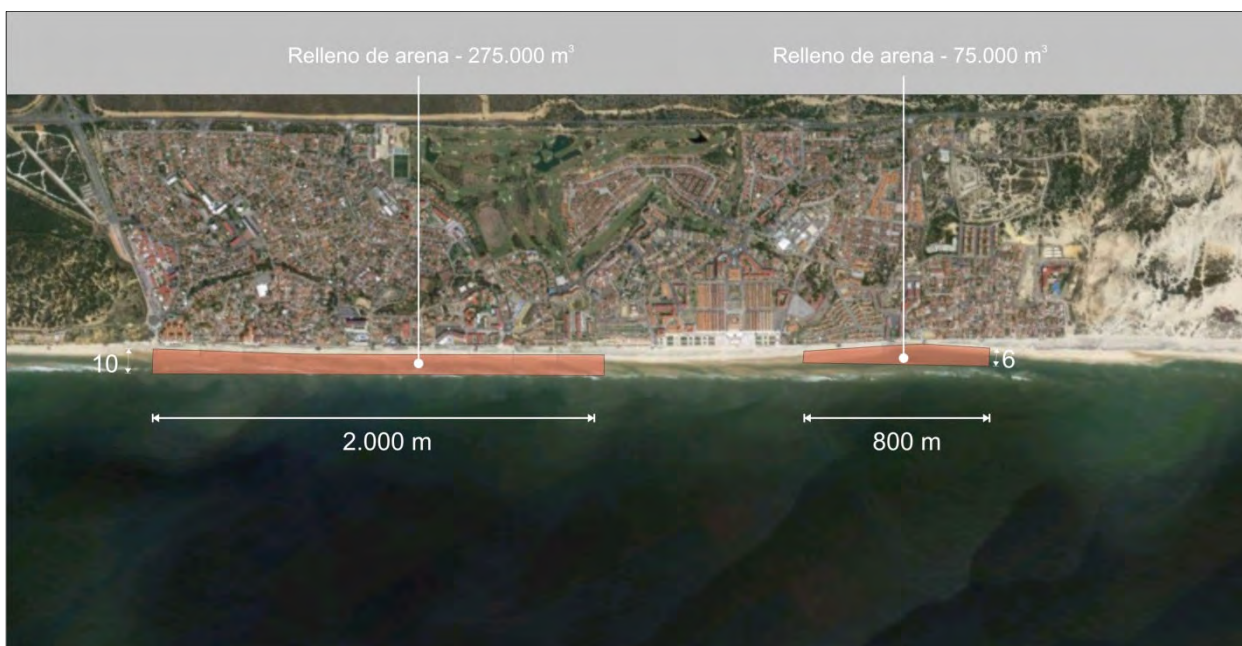


Figura 4.2 – Alternativa 2 – Vertido de 350.000 m³ de arena

Alternativa 3 – Relleno de 2.000.000 m³ de arena

La Alternativa 3 consiste en un relleno de 2.000.000 m³ de arena procedente de dragado, distribuida a lo largo de 3.700 m de playa. El relleno permitiría un avance medio inicial de la playa de 35 metros.

La figura 4.3 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 3.



Figura 4.3 – Alternativa 3 – Vertido de 2.000.000 m³ de arena

Alternativa 4 – Demolición de espigones y relleno de arena

La Alternativa 4 consiste en la siguiente actuación:

- La demolición de todos los actuales espigones de retención, pudiendo ser utilizada la escollera sobrante como refuerzo de la protección longitudinal del paseo marítimo
- Un relleno de arena procedente de dragado, con un volumen de aportación de 2.000.000 de metros cúbicos.

La figura 4.4 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 4.



Figura 4.4 – Alternativa 4 – Demolición de espigones y relleno de arena

Alternativa 5 – Recrecimiento de espigones y relleno de arena

Los componentes de la Alternativa 5 son los siguientes:

- Recrecimiento de los espigones para mejorar su capacidad de retención
- Construcción de cuatro nuevos espigones hacia el Sur
- Un relleno de arena procedente de dragado, con un rango de volumen de aportación de 700.000 metros cúbicos.

La figura 4.5 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 5.



Figura 4.5 – Alternativa 5 – Recrecimiento de espigones y relleno de arena

Alternativa 6 – Recrecimiento parcial de espigones y relleno de arena

Los componentes de la Alternativa 6 son los siguientes:

- Recrecimiento de 9 de los espigones actuales (uno de cada dos) para mejorar su capacidad de retención. El recrecimiento consiste en la elevación de las estructuras 1.50 metros sobre el nivel actual de la playa. Sólo se recrecen los primeros 50 metros de cada espigón.
- Relleno de arena procedente de dragado, con un volumen de 700.000 metros cúbicos.

La figura 4.6 muestra un esquema de la actuación propuesta como Alternativa 6.



Figura 4.5 – Alternativa 6 – Recrecimiento parcial de espigones y relleno de arena



4.3 Examen multicriterio de las alternativas

Para el análisis de las alternativas de actuación hay que tener en cuenta tres criterios de selección fundamentales:

- Los posibles impactos ambientales
- La calidad final de la playa, y su estabilidad futura
- El coste de las obras

Dada la tipología de las obras y las características comunes en algunas de las alternativas consideradas, se tomará con factor determinante en lo relativo a los posibles impactos ambientales a considerar para la selección de la alternativa, el impacto sobre la dinámica litoral.

4.3.1 Impacto sobre la dinámica litoral y estabilidad de la playa

Alternativa cero – No actuación

Tal y como se describe en el estudio de dinámica sedimentaria, la costa de Matalascañas seguirá sometida a un proceso erosivo en el futuro derivado de diferentes factores, como son (1) la onda erosiva procedente del Norte, tras la construcción del dique de encauzamiento Juan Carlos I del puerto de Huelva, (2) la progresiva sobreelevación del nivel medio del mar, que alcanza valores cercanos a los 2.5 mm/año y (3) la presencia de las obras de defensa del paseo marítimo, que continuarán afectando a la estabilidad del perfil de playa.

Alternativa 1 - Relleno de 850.000 m³ de arena

Esta alternativa no supondría alteración alguna de la evolución de la playa a largo plazo, dado que las condiciones del transporte litoral se mantendrían similares a las actuales. Por tanto, no se trata de una alternativa que proporcione una solución a largo plazo del problema de estabilidad de la playa, sino que supone una medida temporal de mejora de las condiciones de la unidad.

El impacto del relleno considerado sobre la dinámica litoral previsto sería nulo, dado que permitiría una recuperación de la anchura de playa sin afección alguna a la tasa actual de transporte de sedimentos.

Alternativa 2 – Relleno de 350.000 m³ de arena

Esta alternativa no supondría alteración alguna de la evolución de la playa a largo plazo, dado que las condiciones del transporte litoral se mantendrían similares a las actuales. Por tanto, no se trata de una alternativa que proporcione una solución a largo plazo del problema de estabilidad de la playa, sino que supone una medida temporal de mejora de las condiciones de la unidad.

El impacto del relleno considerado sobre la dinámica litoral previsto sería nulo, dado que permitiría una recuperación de la anchura de playa sin afección alguna a la tasa actual de transporte de sedimentos.

Alternativa 3 – Relleno de 2.000.000 m³ de arena

Al igual que las Alternativas 1 y 2, esta solución no supondría alteración alguna de la evolución de la costa en el a largo plazo, puesto que se mantienen las condiciones actuales del transporte litoral.

El impacto de este relleno sobre la dinámica litoral sería nulo, permitiendo una recuperación temporal de la anchura de playa sin afección alguna a la tasa actual de transporte de sedimentos.



Alternativa 4 – Demolición de espigones y relleno de arena

El impacto de esta alternativa sobre la dinámica sedimentaria sería positivo, de intensidad media, dado que permitiría una recuperación del transporte litoral natural de la unidad. Con respecto a la playa, una vez que el nuevo relleno hubiera sido erosionado por la dinámica sedimentaria, se incrementaría ligeramente la tasa de erosión actual, dado que la demolición de los espigones supondría un incremento de la tasa de transporte.

Alternativa 5 – Recrecimiento de espigones y relleno de arena

El recrecimiento de los espigones tendría un efecto significativo negativo en la dinámica litoral. Estas obras supondrían un descenso del aporte sedimentario hacia el Sur en el corto y en el largo plazo, dado que los espigones recrecidos bloquearían gran parte del perfil activo del nuevo relleno de arena. Sería por tanto un efecto irreversible.

Alternativa 6 – Recrecimiento parcial de espigones y relleno de arena

El impacto de esta alternativa sobre la dinámica sedimentaria sería significativo, negativo, aunque de baja intensidad, dado que se limita a 9 el número de espigones recrecidos, y este recrecimiento se efectuaría únicamente entre las cota +4.00 y +1.00 de la playa aproximadamente, de forma que gran parte del perfil activo de playa quedaría fuera de la protección de las nuevas obras.

Tras las obras se produciría un incremento del transporte sedimentario hacia el Sur, dado que el perfil del relleno vertido no estaría en su mayor parte contenido por los espigones recrecidos. Sin embargo, a largo plazo el aumento de los espigones supondría un descenso de la tasa de transporte de sedimento hacia el Sur, que afectaría únicamente a la zona sur de la propia playa, sin alcanzar zonas más allá del litoral.

4.3.2 Calidad de la playa. Material de aportación

Tras la experiencia adquirida con las obras de emergencia de regeneración de playas en la costa de Huelva, se considera que sólo los bancos de Punta Umbría (parcelas 6 y 7) y Dique Juan Carlos I (parcelas 9 y 11) son aptas para la extracción de arena. El banco de Punta Umbría tiene la ventaja de encontrarse a una profundidad superior a la del dique, pero su color de arena rojizo contrasta bastante con la arena nativa de Matalascañas.

Por su parte, el banco del dique dispone de una arena muy adecuada (granulometría y color) pero el escaso calado de la zona impide el uso de dragas de gran volumen de cántara. Dada la distancia al punto de vertido (35 km), esto supone una dificultad muy relevante para aportar grandes volúmenes de arena a la playa.

4.3.3 Estimación de costes

En la tabla 4.1 se muestra un resumen de los costes de construcción de cada una de las alternativas descritas, basándose en estimaciones de los costes unitarios de las partidas más relevantes.

El presupuesto definitivo de cada una de ellas puede variar de manera destacada, dependiendo sobre todo del precio final de la arena de aportación, el cual dependerá mucho de la zona de extracción seleccionada finalmente.



Alternativa	Partida	Ud.	Medición	Precio (€/Ud.)	Parcial (€)	Total (€)	
1	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	850,000	5.71	4,853,500		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	----	----	----		
	Recrecimiento de espigones	ml	----	----	----		
	Construcción de nuevos espigones	ml	----	----	----		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 1	4,920,500	PEM
						7,085,028	PEC
2	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	350,000	5.71	1,998,500		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	----	----	----		
	Recrecimiento de espigones	ml	----	----	----		
	Construcción de nuevos espigones	ml	----	----	----		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 2	2,065,500	PEM
						2,974,113	PEC
3	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	2,000,000	5.71	11,420,000		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	----	----	----		
	Recrecimiento de espigones	ml	----	----	----		
	Construcción de nuevos espigones	ml	----	----	----		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 3	11,487,000	PEM
						16,540,131	PEC
4	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	2,000,000	5.71	11,420,000		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	6,700	3.50	23,450		
	Recrecimiento de espigones	ml	----	----	----		
	Construcción de nuevos espigones	ml	----	----	----		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 4	11,510,450	PEM
						16,573,897	PEC
5	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	700,000	5.71	3,997,000		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	----	----	----		
	Recrecimiento de espigones	ml	13,680	15.50	212,040		
	Construcción de nuevos espigones	ml	6,000	15.50	93,000		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 5	4,369,040	PEM
						6,290,981	PEC
6	Dragado y aportación de arena a la playa	M3	700,000	5.71	3,997,000		
	Demolición de espigones y recolocación de escollera	ml	----	----	----		
	Recrecimiento de espigones	ml	6,840	15.50	106,020		
	Construcción de nuevos espigones	ml	----	----	----		
	SyS y otros	Ud.	1	67,000	67,000		
					Total Alternativa 6	4,170,020	PEM
						6,004,412	PEC

Tabla 4.1 – Estimación de costes de las distintas alternativas planteadas



4.4 Justificación de la solución adoptada

En los próximos años se pueden esperar retrocesos superiores a 0.50 m/año de la playa de Matalascañas, debido al efecto combinado de la sobreelevación del nivel medio del mar y el descenso de aportes sedimentarios procedentes del Norte. Por tanto, los problemas erosivos se agravarán en el futuro, haciendo necesaria la ampliación y el refuerzo de las obras de defensa del paseo marítimo.

Las dos primeras alternativas suponen un relleno de arena que sirva para reponer parte de la pérdida de material sufrido por la playa, permitiendo así asegurar su funcionalidad a corto plazo, al conformar un perfil que garantiza una superficie de playa emergida suficiente durante las próximas temporadas.

La alternativa 3, al considerar la posibilidad de recurrir a una aportación masiva de arena, garantiza un mayor avance inicial de la línea de orilla y una mayor duración del relleno de protección de la playa.

La cuarta alternativa incluye de nuevo el relleno masivo de arena, unido a la demolición de los espigones que se contruyeron en 1978 y que han demostrado tener una utilidad muy reducida, ya que su progresivo hundimiento ha reducido significativamente su efectividad como barrera al paso de sedimentos y, por tanto, como elemento de retención constituyen una barrera muy poco eficaz para impedir el paso de los sedimentos. Únicamente cuando el perfil de playa se encuentra muy erosionado por la acción del oleaje, se aprecian acumulaciones de arena en la parte norte de las obras y erosiones al sur. En todo caso, la elevada permeabilidad de unas estructuras muy deterioradas tiene una incidencia reducida sobre el transporte sedimentario.

La quinta alternativa supone actuar de una forma más decidida sobre la playa, reduciendo la tasa de transporte litoral y generando un mayor efecto de retención de arena, tomando para ello como base los actuales espigones. Para ello, sería necesario proceder al recrecimiento de las estructuras, logrando así reducir su permeabilidad y mejorando su capacidad de retención de arena. Dado que los espigones no cubren toda la longitud de la playa, y que el recrecimiento de los actuales produciría una erosión al sur, sería necesario extender las defensas hacia el Sur con cuatro espigones adicionales.

La sexta alternativa trata de reducir el impacto sobre la dinámica sedimentaria debido al recrecimiento de los espigones, pero al mismo tiempo trata de dotar de una mayor estabilidad a la unidad. De esta forma, se limita el recrecimiento de los espigones con respecto a la alternativa anterior, tanto en su número como en las dimensiones del recrecimiento.

Por otro lado, a la vista de la dificultad actual para disponer de grandes volúmenes de arena de aportación, parece recomendable reducir la aportación de arena sustancialmente con respecto a los 2.000.000 m³ propuestos en las Alternativas 3 y 4. Hay que tener en cuenta que la producción diaria durante la obra de emergencia de relleno de Matalascañas, ejecutada en 2018, fue de tan sólo 2.000 m³/día, debido a la necesidad de utilizar una draga de poco calado. La aportación de 2.000.000 m³ con esta misma draga requeriría más de 2.5 años de obra, si es que no se llegan a encontrar nuevas fuentes de sedimento a mayor profundidad.

Por todo lo expuesto, y dado que no se consideran muy adecuadas las actuaciones que se limitan a aportar arena, ya que no resuelven la estabilidad de la playa a largo plazo, y teniendo en cuenta que la alternativa 5 puede provocar un impacto severo sobre la dinámica sedimentaria, al reducir el transporte litoral hacia las playas de Doñana de forma significativa, **se escoge la alternativa 6 como alternativa de regeneración más recomendable para la playa de Matalascañas.**

Respecto al material de aportación, se seleccionan inicialmente las zonas del Dique Juan Carlos I (parcelas 9 y 11) y Punta Umbría (parcelas 6 y 7) como puntos más adecuados de extracción, tal como se ha indicado anteriormente, aunque se iniciará la búsqueda de bancos de arena en el mismo sector, pero a profundidades superiores a los 8-10 metros.

Capítulo 5

Inventario ambiental

5.1 Marco geográfico

La zona costera de Matalascañas pertenece al término municipal de Almonte, en la provincia de Huelva, en el suroeste peninsular español, constituyendo parte de la llamada “Costa de la Luz”. La zona se encuentra rodeada por el Parque Nacional y Natural de Doñana.

La costa del municipio de Almonte ocupa una longitud de 50 km, siendo la longitud de la playa urbana de Matalascañas de 5.5 km de arena blanca de grano fino, que varía en densidad de ocupación entre las zonas de Torre la Higuera y El Coto (junto al Parque nacional de Doñana). Está dotada con instalaciones hoteleras, zonas de ocio y playas semivirgenas, y se trata de una de las playas más largas de la Costa de la Luz.

En la Figura 5.1 se muestra una fotografía de la zona de estudio.



Figura 5.1 – Fotografía de la zona de estudio

5.2 Clima

El clima de la zona corresponde al denominado mediterráneo subhúmedo, de precipitaciones mensuales irregulares y con influencia atlántica. Los inviernos son lluviosos y los veranos secos distribuyéndose la precipitación de forma que aparecen núcleos reducidos con cantidades máximas.

La componente atlántica aumenta rápidamente desde la costa. Los veranos son notablemente calurosos, con temperaturas que pueden llegar a los 40°C. Por el contrario, los inviernos son suaves con temperaturas mínimas diarias superiores a los 5°C, aunque puede helar alrededor de 5 días al año.

5.2.1 Temperatura

La temperatura media anual varía entre 18°C y 19°C. Los valores mayores dominan en la periferia continental, mientras que en la costa se ven atemperados por el mar. Los valores mínimos estacionales corresponden al invierno donde ocasionalmente se puede producir escarcha nocturna aunque el día es más templado.

Los valores máximos estacionales corresponden al mes de julio, con valores medios entre 25°C y 29°C y puntas de más de 30°C.

En la gráfica de la Figura 5.2 se muestran los datos mensuales de temperatura en la estación de Almonte, obtenidos del portal SiAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Los datos mostrados hacen referencia al período comprendido entre enero 2000 - enero 2018.

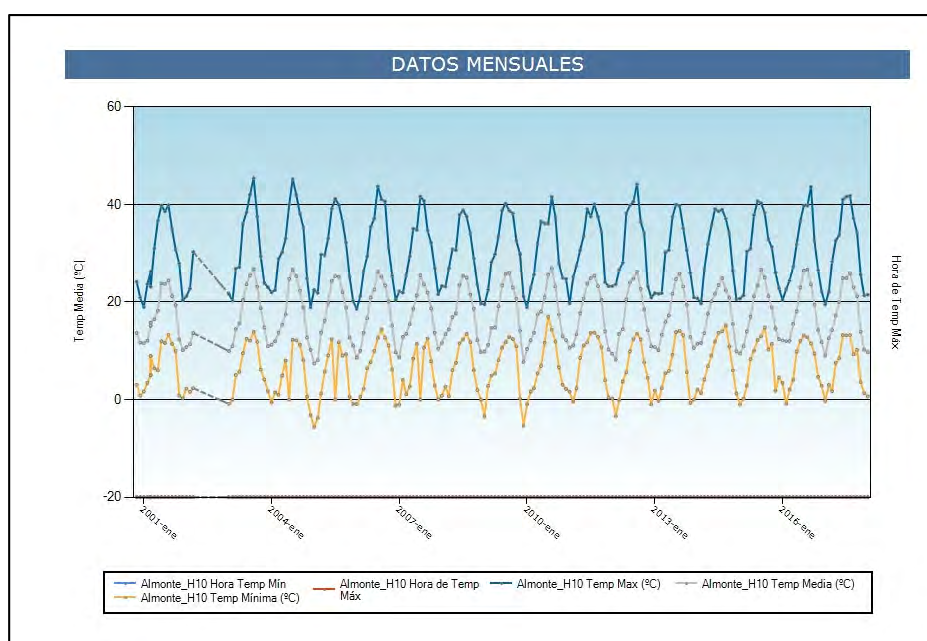


Figura 5.2 – Datos mensuales de temperatura

5.2.2 Humedad

La humedad, o cantidad de vapor de agua que contiene el aire, aumenta con el incremento de temperatura, dando como resultado un ritmo habitual diurno y estacional. Este ritmo provoca que durante el día, tienda a aumentar la humedad absoluta y a disminuir la relativa, ocurriendo el proceso contrario por la noche.

Estos ritmos están modificados por el régimen de vientos dominantes, principalmente por las brisas, por lo que la evolución diaria y anual absoluta concuerdan con el ritmo señalado, aunque con ciertos retrasos: la máxima diurna se suele producir en torno a las 15 horas solares, y la máxima anual se desplaza al mes de agosto.

La franja costera, por su proximidad al mar, tiene mayor humedad que las zonas del interior. Los valores en la zona de estudio oscilan entre el 60% de septiembre a mayo y el 50% de junio a agosto, aumentando hacia el Oeste como consecuencia de la disminución de la temperatura. En el interior se observan algunas diferencias microclimáticas, al suponer la marisma un aporte adicional de humedad.

En la Figura 5.3 se muestra el gráfico en el que se recogen los valores de humedad media, mínima y máxima del municipio de Almonte, según los datos del SiAR, entre enero de 2000 y enero de 2018.

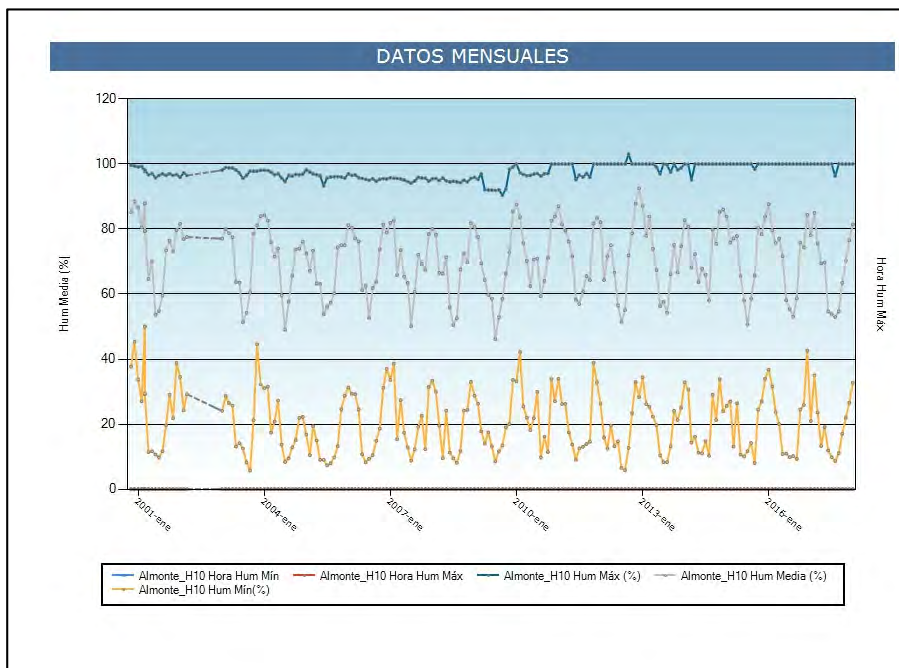


Figura 5.3 – Datos mensuales de humedad

5.2.3 Precipitación

Las precipitaciones medias anuales varían entre 500 y 600 mm, con los valores mayores en el norte y los menores sobre las marismas. Presentan una clara estacionalidad unimodal, con el mínimo en verano y el máximo en diciembre, aunque ocasionalmente en algunos años puede haber un máximo secundario en abril-mayo. La distribución estacional de las precipitaciones puede establecerse del siguiente modo: 20% en primavera, 5% en verano, 35% en otoño y 40% en invierno.

En la gráfica de la Figura 5.4 se recogen los datos de precipitación en Almonte entre 2000 y 2018, obtenidos del SiAR.

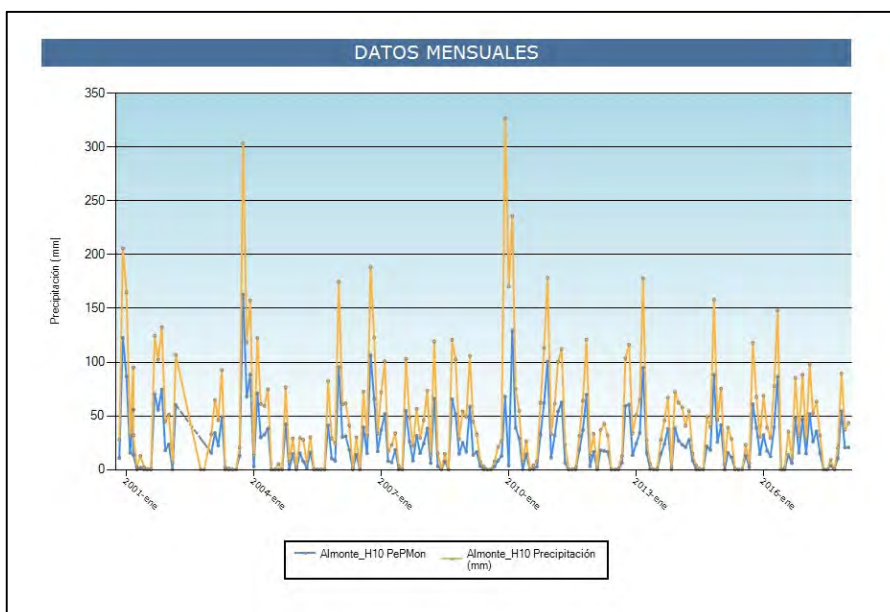


Figura 5.4 – Datos mensuales de precipitación

5.2.4 Insolación y evapotranspiración

La insolación en la zona es elevada, con una media anual de 3.000 horas. Dado que el calor absorbido por el agua al evaporarse es proporcionado por la radiación solar, resulta lógico pensar que la tasa de evaporación aumenta con dicha radiación solar. Sin embargo, no todo el calor que recibe la superficie del agua se utiliza en evaporarla. De hecho, las masas de agua profundas se comportan como acumuladores de calor en épocas calurosas y portadoras de calor en épocas frías debido a la diferencia existente entre la densidad del agua a distintas temperaturas. De este modo, la tasa de evaporación en verano es inferior a la que correspondería por radiación solar recibida. Por el contrario, la tasa de evaporación en invierno es superior a la calculada.

La evapotranspiración es un término que engloba la pérdida física de agua por evaporación, más la pérdida por transpiración de la vegetación de un área.

Aunque hay varios métodos para estimar la evapotranspiración, por su simplicidad (sólo requiere de datos de temperatura) el concepto más ampliamente utilizado es el de evapotranspiración potencial definida por Thornthwaite (1948) como el máximo de evapotranspiración que depende únicamente del clima.

Expresada en mm, la evapotranspiración indica por tanto el máximo de agua que puede perderse por evaporación y transpiración. Habitualmente se compara la precipitación con la evapotranspiración como un indicador de la aridez del clima y la lluvia útil.

En los gráficos de las figuras 4.5 y 4.6 se recogen los datos correspondientes a la radiación y a la evapotranspiración en Almonte, a lo largo de los últimos 18 años, según los registros del SiAR.

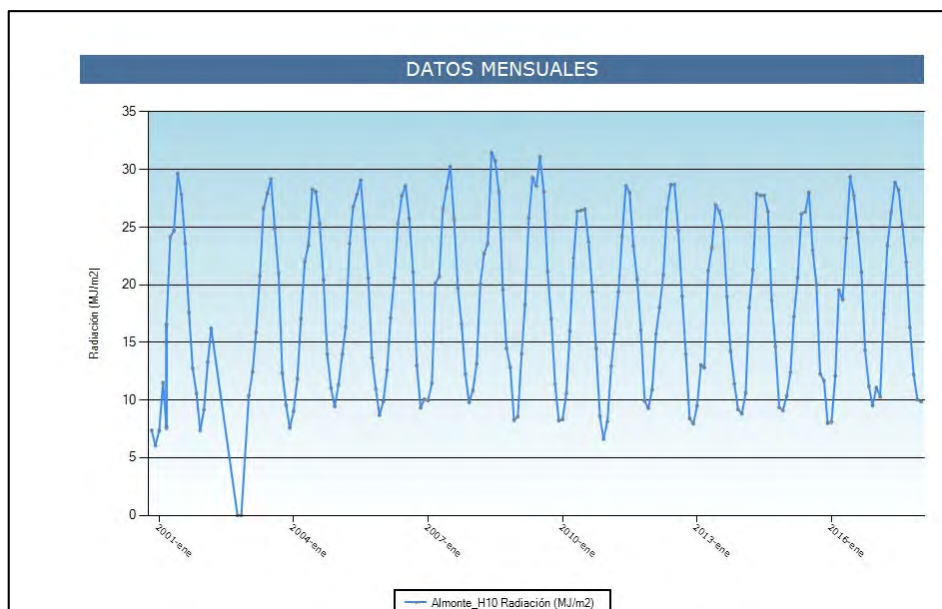


Figura 5.5 – Datos mensuales de radiación

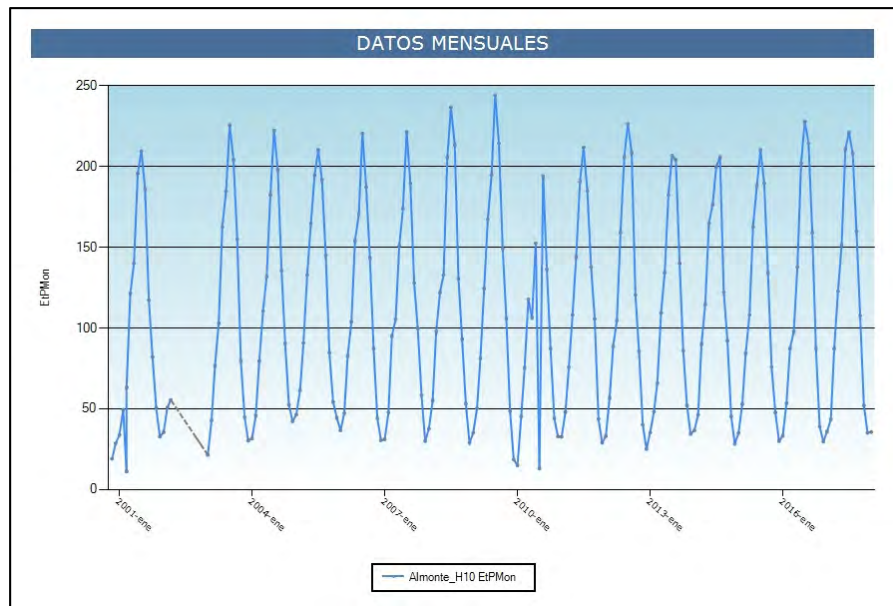


Figura 7.6 – Datos mensuales de evapotranspiración

5.2.5 Viento

El régimen de vientos presenta alta variabilidad direccional, pero los vientos predominantes son de dirección suroeste, de una frecuencia relativamente alta y una velocidad media que oscila entre los 5 y los 30 km/h, siendo el mes de julio el más ventoso. Este viento viene cargado de una humedad muy alta. Además, esta zona, sobre todo la más próxima al mar, se encuentra condicionada por las brisas del Atlántico a tierra y de la tierra al mar que suavizan las temperaturas extremas de invierno y verano.

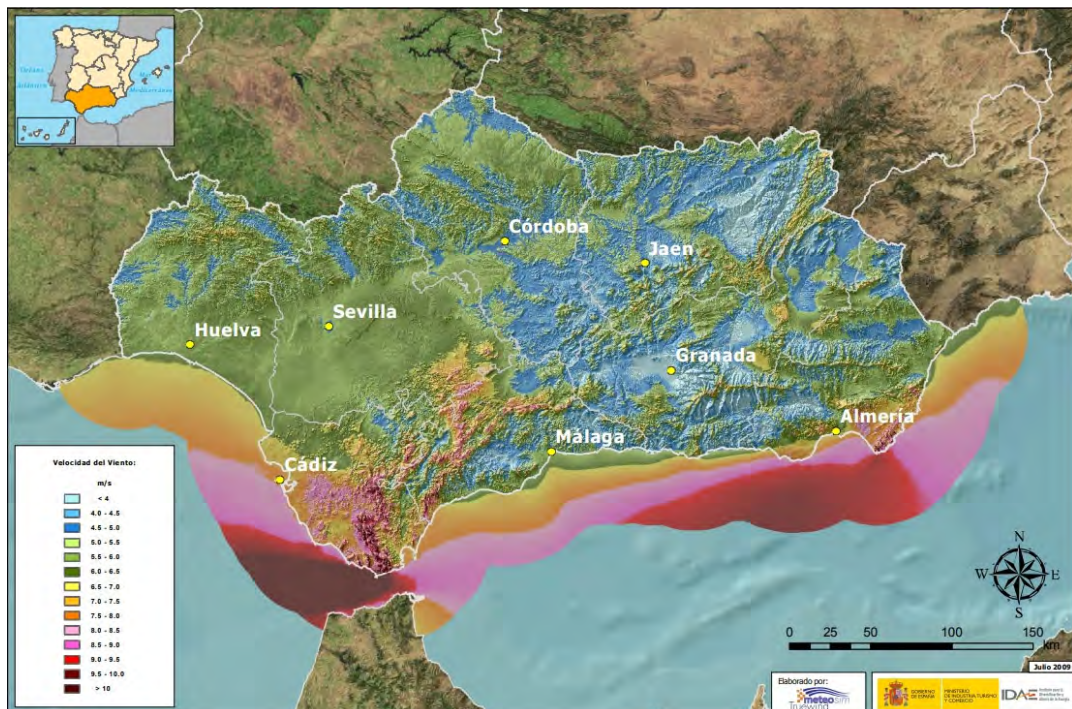


Figura 5.7 – Mapa eólico de Andalucía. Velocidad media anual a 80 m de altura

En la Figura 5.7 se muestra el mapa eólico de Andalucía, obtenido del Atlas Eólico de España, publicado por el IDAE. En la Figura 5.8 se recogen los datos correspondientes a Matalascañas, extraídos del Atlas Eólico de España, en la red de datos de meteosim.

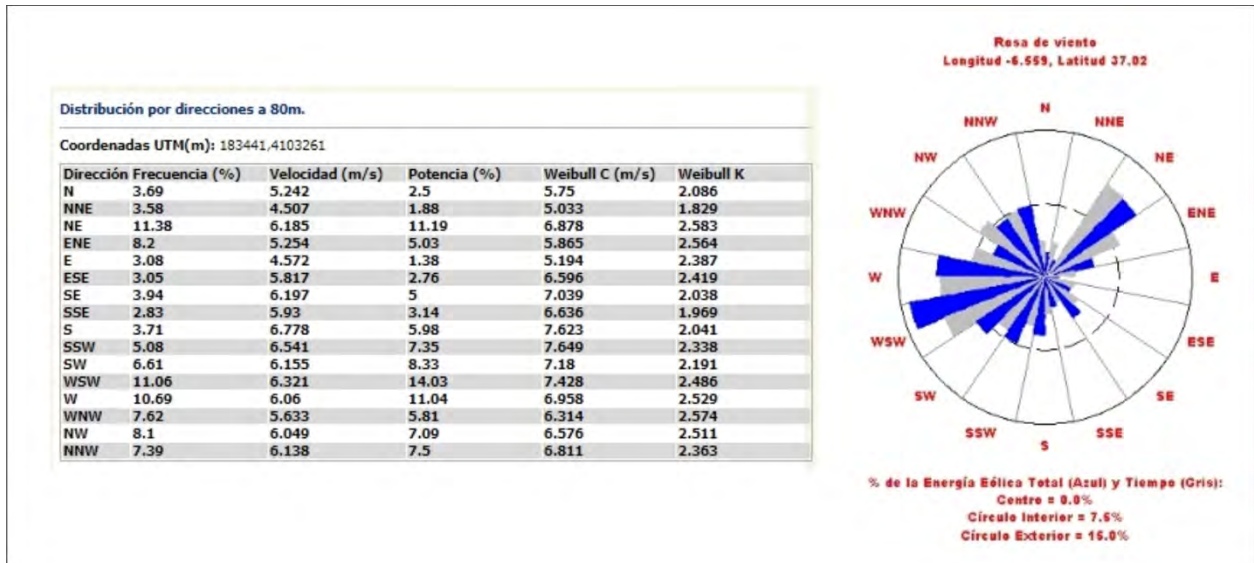


Figura 5.8 – Régimen de vientos en Matalascañas

5.3 Geología y geomorfología

La geología del entorno de la zona de estudio está ligada a la cuenca del bajo Guadalquivir, constituida por materiales recientes (Neógeno-Cuaternarios). Su origen es de hace sólo unos seis millones de años (Mioceno Superior), cuando se formó un manto impermeable de margas azules con algunas intercalaciones continentales de limos y arenas, que aflora actualmente en la zona norte y oeste del entorno, y sobre el cual se superponen los siguientes materiales de origen sedimentario:

- Limos basales. Material sedimentario de origen marino-continental que datan del Plioceno Medio. Las facies pueden variar desde componentes prácticamente arenosas hasta margosas en las zonas más profundas.
- Arenas basales. Material pliocuaternario formado por arenas silíceas de tono blanquecino-rojizo que se superponen sobre los depósitos anteriores. Cubre una extensa superficie. Esto, unido a su alta permeabilidad, hace que se considere como el verdadero “recipiente” del acuífero Almonte-Marismas.
- Materiales recientes:
 - Arenas. Se trata de antiguos frentes dunares que se encuentran inactivos, quedando de forma medianamente consolidada y alejada de la costa. Estas arenas datan del Cuaternario Medio y se extienden principalmente por toda la zona sureste del ámbito.
 - Material aluvial. Formado principalmente por limos, arenas silíceas, arenas y gravas. Se encuentra asociado a los principales cursos fluviales de la zona como el arroyo de La Rocina, el arroyo de la Dehesa del Estero o el río Tinto.

Para entender los procesos geomorfológicos del territorio es necesario hacer un inciso en la historia geológica de la cuenca baja del Guadalquivir, que geográficamente queda enmarcada al norte por el zócalo hercínico de Sierra Morena, por la Cordillera Bética al sureste y el océano Atlántico por el Sur.



En líneas generales, predomina una serie de formaciones cuaternarias, continentales y marinas, que culminan el relleno de la cuenca sedimentaria terciaria. Dichas formaciones se desarrollan en la margen septentrional sobre materiales detríticos de carácter marino, fundamentalmente neógeno, mientras que en la parte meridional la base la constituyen materiales parautóctonos de naturaleza arcillosa.

Los materiales que conforman las zonas de arenas y marismas proceden de los procesos de desmantelamiento y erosión de los núcleos montañosos que enmarcan la depresión terciaria.

Por consiguiente, la génesis del territorio se explica en términos generales por los procesos de colmatación de la gran depresión del Guadalquivir a partir de los aportes sedimentarios procedentes de los diferentes relieves circundantes.

Los primeros episodios geológicos en el territorio datan del Mioceno Superior, con el depósito de margas azules sobre la cuenca marina, que se va colmatando por la sedimentación de materiales subbéticos en el fondo de la cuenca. Al mismo tiempo, la cuenca entra en una fase regresiva, a final de la cual se produce la emersión y erosión del tramo margoso, con el consecuente depósito, lo que se conoce como arenas basales o arenas rojas. Se trata del primer sedimento claramente cuaternario en el litoral de Huelva, pues la parte basal de las mismas pertenecen al Plioceno Superior (Rodríguez Ramírez, 1997).

En cuanto a las formaciones más recientes, las investigaciones geomorfológicas realizadas en Doñana y el Golfo de Cádiz han permitido diferenciar hasta cinco episodios evolutivos (García Novo, F. y Marín Cabrera, C., 2005). Los tres más antiguos, desde 30.000 a 2.600 años B.P. se encuentran estabilizados y se distribuyen hacia el interior continental, ocupando una gran extensión; los dos más modernos (en época histórica) aparecen en la zona costera, constituyendo los complejos dunares actuales.

En relación a la costa, es a principios del Cuaternario, a la vez que se produce una nueva transgresión marina, cuando se inicia el crecimiento progresivo del cordón litoral, gracias al cual se ha formado el sistema de marisma.

Dentro de este cordón litoral destacan la flecha litoral de Doñana, en la margen derecha del Guadalquivir, y la de La Algaida, en la margen izquierda. Ambas constituidas en su origen por depósitos de playa, formándose un sistema dunar que tiende a cerrar el estuario en su desembocadura.

La flecha de Doñana se forma por la prolongación costera del acantilado de El Asperillo, y dentro de su morfología es posible diferenciar varios episodios menores de progradación hacia el interior del estuario, que se pueden englobar en cuatro fases de avance costero, cada una de ellas separadas por sucesivas fases erosivas.

Tras estas flechas, se ha ido formando un sector fluvio-litoral, constituido por las marismas del Guadalquivir, gracias a la acumulación sedimentaria que se ha ido desarrollando de forma progresiva a medida que estas formaciones litorales han ido cerrando el estuario del río. No obstante, el sistema de marismas se mantiene fuera del límite del ámbito del Plan Especial de modo que no debe tener mayor influencia que la relacionada con la hidrología de la zona.

A día de hoy, los procesos geomorfológicos son importantes en todo el territorio de Doñana y su entorno, aunque son especialmente intensos en la zona de playa y frente dunar. Se podría decir que existe una dinamicidad geomorfológica significativa, ya que algunos de estos procesos aún siguen activos.

En cuanto a los procesos de carácter aluvial, cabe destacar su importancia en el funcionamiento de los ecosistemas de toda la zona. Éstos se han visto acelerados en las últimas décadas debido a las tensiones originadas por un inadecuado manejo de las cuencas y los cauces, de modo que los procesos de erosión y desalajo de materiales hacia la marisma se han visto incrementados con la puesta en cultivo de terrenos forestales, especialmente para los cultivos de regadío.



Los materiales erosionados se depositan en buena medida en el Parque de Doñana, afectando tanto a cauces como a zonas de marisma y ecotonos. Destaca el caso del arroyo del Partido, cuyos sedimentos eran originalmente distribuidos en una amplia llanura aluvial, pero la rectificación y encauzamiento del último tramo del arroyo ha derivado en un incremento de la velocidad del agua y por tanto de la capacidad de erosión y transporte.

Como consecuencia, la superficie y ubicación del cono aluvial ha experimentado un desplazamiento hacia las marismas y un crecimiento notable en las últimas décadas, pasando de una superficie de 32 ha en 1983 a más de 300 ha en la actualidad. Entre los distintos modelados del entorno de la zona de estudio cabe destacar:

- Formas estuarino-mareales. Están generadas por procesos de inundación periódica ocasionados por la acción de las mareas, y vinculadas de forma dominante a las aguas marinas. Es el caso de las marismas de los ríos Tinto y Odiel.
- Llanuras de acumulación y/o deflación. Se trata de extensas llanuras arenosas y mantos eólicos generados por el arrastre de partículas. Se extienden por todo el ámbito.
- Vegas y llanuras de inundación. Estas formas fluvio-coluviales ocupan estrechas franjas de terrenos vinculados a los cursos medios y bajos de los principales afluentes (río Tinto, arroyo de la Rocina, arroyo de la Dehesa del Estero y arroyo Partido).
- Terrazas. Al igual que las llanuras de inundación, su génesis está ligada a procesos de erosión-acumulación causados por la red hidrográfica superficial y por la arroyada del manto. En la zona en cuestión se pueden encontrar ligadas a la llanura de inundación del último tramo del río Tinto.
- Formas asociadas a aportes coluviales. Depósitos relativamente finos que han sufrido un escaso transporte. Se pueden diferenciar tres morfologías; conos de deyección, llanuras de coluvión y piedemontes. En este caso se hallan en el último tramo del río Tinto y del arroyo del Partido.
- Formas lacustres. Se trata de humedales y zonas endorreicas. Algunas de ellas responden a condiciones especiales, como las desarrolladas en los contactos de los mantos eólicos (zona endorreica del Abalarío).
- Glacis y formas asociadas. Su génesis está vinculada a coberteras detríticas ocasionadas por arrastres masivos de materiales en condiciones de gran torrencialidad alternadas durante el Cuaternario con periodos de semiaridez. En el condado onubense su origen podría responder a glacis desmantelados o a superficies derivadas de las condiciones originales de depósito de sus materiales.
- Colinas con escasa influencia estructural. Zonas de elevada estabilidad formadas básicamente por limos basales que datan del Plioceno.
- Relieves tabulares mono y aclinales. Generados originalmente por el depósito de materiales consolidados producido por la regresión del mar en el mioplioceno. Al igual que las colinas con escasa influencia estructural, se componen principalmente por material limoso.

En la Figura 5.9 se muestra el mapa geomorfológico de la zona.

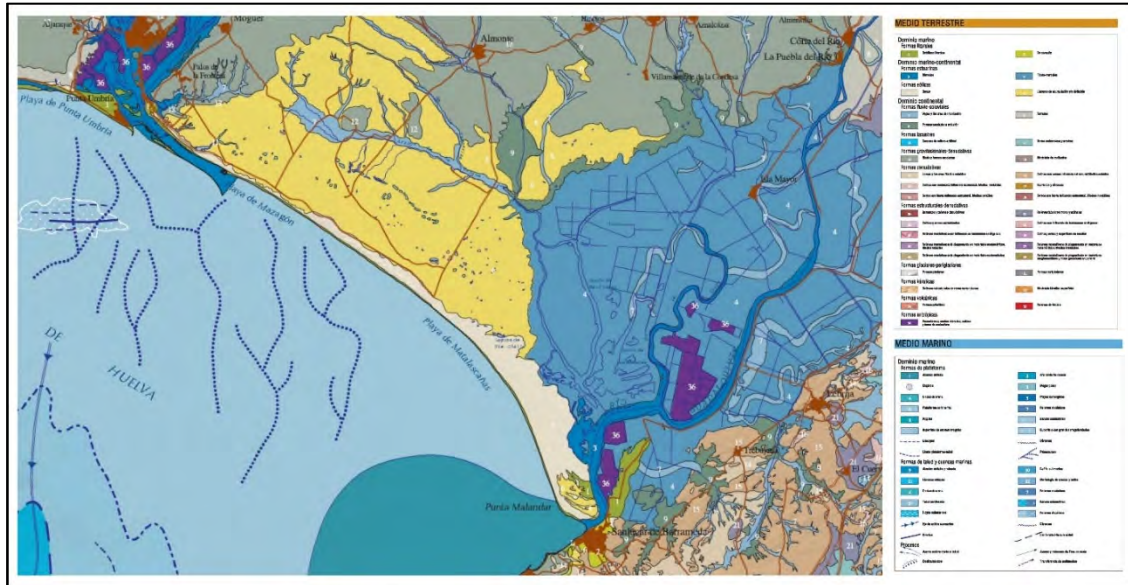


Figura 5.9 – Mapa geomorfológico del entorno de Matalascañas

5.4 Hidrología

La zona de estudio se encuentra incluida en la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Conforme al Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas (BOE de 3 de febrero de 2007), la demarcación hidrográfica del Guadalquivir comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, así como las cuencas hidrográficas que vierten al Océano Atlántico desde el límite entre los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta la desembocadura del Guadalquivir, junto con sus aguas de transición. Las aguas costeras tienen como límite Oeste la línea con orientación 213° que pasa por la Torre del Loro, y como límite Este, la línea con orientación 244° que pasa por la punta Camarón, en el municipio de Chipiona.

La cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, con una extensión de 57.184 km², está configurada y delimitada por los bordes escarpados de la Meseta al norte (Sierra Morena), las cordilleras Béticas, emplazadas al Sur con desarrollo SO-NE, y el Océano Atlántico. Se extiende por doce provincias pertenecientes a cuatro comunidades autónomas, de las que Andalucía representa más del 90% de la superficie de la demarcación.

El Plan Hidrológico 2016-2021 de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, es aprobado por el Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro. Actualmente, la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica ha anunciado la apertura del período de consulta pública de los documentos Programa, Calendario, Estudio General sobre la Demarcación y Fórmulas de Consulta con que se da inicio al proceso de planificación hidrológica de tercer ciclo (2021-2027) en las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar y en la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

Las masas de agua del entorno de la zona de estudio son las masas de agua costeras Doñana – Matalascañas, Parque Nacional de Doñana y, un poco más alejada, Pluma del Guadalquivir. Todas ellas son masas de agua naturales. El ámbito territorial de estas masas, se define por el Decreto 125/2007, de 2 de febrero. Así, las aguas costeras de la demarcación del Guadalquivir tienen como



límite oeste la línea con orientación 213° que pasa por la Torre del Loro y como límite este la línea con orientación 244° que pasa por la Punta Camarón, en el municipio de Chipiona. Como límite externo de las aguas costeras se ha definido una línea situada a una distancia de una milla náutica mar adentro desde la línea de base recta (LBR) que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales, tal y como se recoge en el Real Decreto 2510/1997.

Para determinar el límite interior, se ha seguido la máxima penetración de la marea en el estuario, que coincide con el límite entre el dominio público hidráulico (DPH) y el dominio público marítimo terrestre (DPMT). En los casos de costa abierta donde, a la escala de trabajo (1:25.000), se observan diferencias entre el DPMT y la línea de costa, se ha empleado como límite interior de la masa costera la línea de costa del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).

En la Tabla 5.1 se resumen las características principales de las masas de agua mencionadas y en la Figura 5.10 se muestra la delimitación de las mismas.

Código masa	Nombre	Categoría	Tipología	Tipo IPH	Naturaleza
ES050MSPF014116001	Doñana - Matalascañas	Costera	Aguas costeras atlánticas del Golfo de Cádiz	13	Natural
ES050MSPF014114001	Parque Nacional de Doñana	Costera	Aguas costeras atlánticas del Golfo de Cádiz	13	Natural
ES050MSPF014114002	Pluma del Guadalquivir	Costera	Aguas costeras atlánticas influenciadas por aportes fluviales	19	Natural

Tabla 5.1 – Masas de agua en el entorno de la zona de estudio



Figura 5.10 – Ubicación de las masas de agua del entorno de la zona de estudio



En el Anejo 7 del Plan Hidrológico 2016-2021 de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, se recoge la valoración del estado de las masas de agua.

Estado ecológico

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasifica como muy bueno, bueno, moderado, deficiente o malo. Para su evaluación, se han utilizado los indicadores de los elementos de calidad biológica, hidromorfológica y físico-química recogidos en la IPH.

Los indicadores para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua costeras de la demarcación son los que se resumen en la Tabla 5.2.

Fitoplancton	INDICADORES BIOLÓGICOS	ESTADO O POTENCIAL ECOLÓGICO	ESTADO GLOBAL
Fauna bentónica de invertebrados			
Condiciones generales	INDICADORES FÍSICO QUÍMICO		
Contaminantes específicos sintéticos			
Contaminantes específicos no sintéticos			

Tabla 5.2 – Indicadores empleados para la valoración del estado ecológico

En las tablas 4.3, 4.4 y 4.5 se muestra la evaluación de estado ecológico de las masas de agua costeras clasificado por tipo de indicadores: indicadores biológicos, indicadores físico-químicos y contaminantes específicos.

Código masa	Nombre	Frecuencia floraciones	Perc90ClorA	Bentos	Biológico
ES050MSPF014114001	Parque Nacional de Doñana	En estudio	Bueno	En estudio	Bueno
ES050MSPF014114002	Pluma del Guadalquivir	En estudio	Bueno	En estudio	Bueno
ES050MSPF014116001	Doñana - Matalascañas	Muy Bueno	Bueno	En estudio	Bueno

Tabla 5.3 – Estado ecológico según los elementos de calidad biológicos en las masas costeras (Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir)

Código masa	Nombre	Amonio	Nitritos	Nitratos	O ₂	Estado
ES050MSPF014116001	Doñana - Matalascañas	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
ES050MSPF014114002	Pluma del Guadalquivir	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
ES050MSPF014114001	Parque Nacional de Doñana	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 5.4 – Estado ecológico de las masas costeras según las condiciones generales evaluadas en agua (Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir)

Código masa	Nombre	Aceites y Grasas	Cianuro	Fenoles	Fluoruros	Arsénico	Cobre	Cromo6	Zinc	Estado
ES050MSPF014116001	Doñana - Matalascañas	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
ES050MSPF014114001	Parque Nacional de Doñana	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
ES050MSPF014114002	Pluma del Guadalquivir	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Tabla 5.5 – Estado ecológico de las masas costeras según los contaminantes específicos evaluados en agua (Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir)

En la Figura 5.11 se resume el estado ecológico de las masas de agua costeras en el entorno de la zona de estudio.

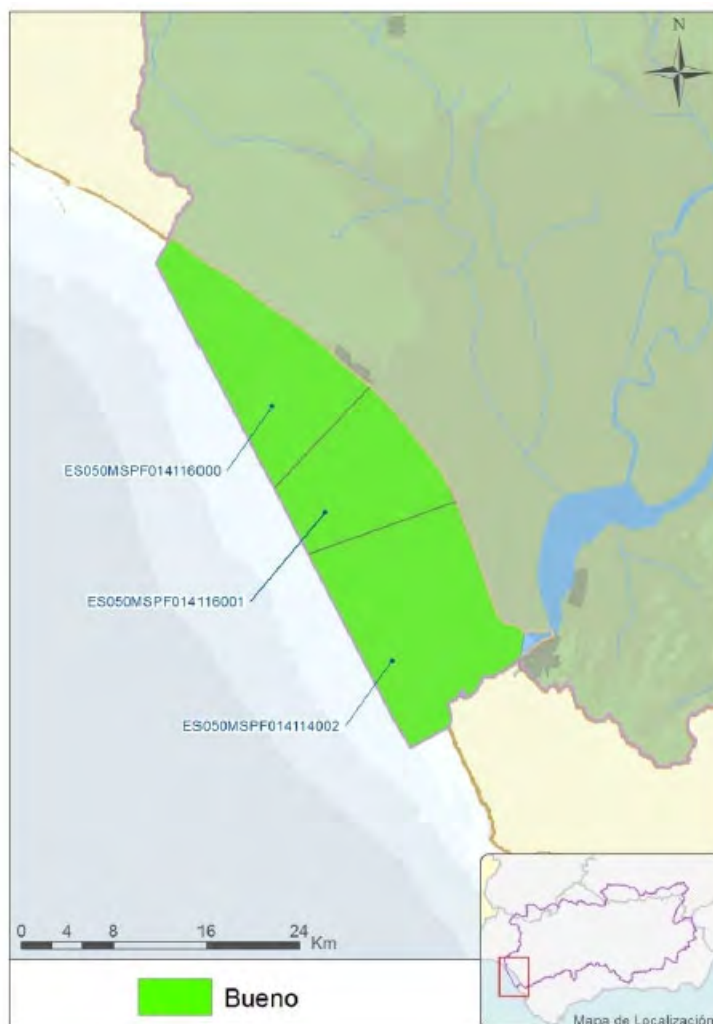


Figura 5.11 – Estado ecológico de las masas de agua costeras (Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir)

Estado químico

En la IPH se especifica: “El estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o como que no alcanza el bueno”.

La clasificación del estado químico de las masas de agua superficial vendrá determinada por el cumplimiento de las normas de calidad medioambiental respecto a las sustancias incluidas en el Anejo I del Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. Este Real Decreto, en su Anejo I, establece límites de concentraciones medias y máximas admisibles para masas de agua continentales superficiales y para otras aguas (litorales).

Según la valoración realizada en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, el estado químico de las masas de agua costeras es bueno.



En la Tabla 5.6 se recoge el resumen de la valoración global de las masas de agua costeras incluido en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Código MASp	Nombre MASp	Naturaleza	Fitoplancton	Estado Biológico	Nitrógeno	O2 disuelto	Estado Físico-químico	Estado/Potencial Ecológico	Estado químico	Estado Global
ES050MSPF014114002	Pluma del Guadalquivir	Natural	Muy bueno	Muy bueno	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
ES050MSPF014116001	Parque Nacional de Doñana	Natural	Muy bueno	Muy bueno	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
ES050MSPF014116000	Doñana- Matalascañas	Natural	Muy bueno	Muy bueno	Muy Buena	Muy Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

Tabla 5.6 – Estado global de las masas de agua costeras (Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir)

5.5 Edafología

La formación y desarrollo de los suelos del territorio han venido realizándose de manera paralela a la consolidación de los procesos sedimentarios, por lo que se trata, en la mayoría de suelos muy poco evolucionados cuya edafogénesis ha sido muy simple. La cubierta edáfica está representada por dos tipologías diferentes: arenosa y arcillososalina.

Los suelos arenosos son los predominantes en la práctica totalidad del ámbito. Son suelos pobres en materia orgánica, poco fértiles. Por otro lado se encuentran los arcillosos-salinos, característicos de las zonas de marisma. Son suelos escasamente evolucionados, con elevados contenidos en sales y cuya vocación es la de pastizal.

Los principales suelos que se encuentran en el ámbito de estudio son:

- Arenosoles. Pertenece al grupo de suelos de edafogénesis determinada por el material originario y presentan textura arenosa y escaso desarrollo. Tienen una baja capacidad de retención de nutrientes y de agua, muy permeables. Son no calcáricos (suelos que son calcáreos en la profundidad de 20 a 50 cm).
- Fluvisoles. Suelos jóvenes, desarrollados a partir de materiales aluviales recientes. Están condicionados por la topografía, siendo sus perfiles de carácter deposicional más que edafogénico. Son suelos fértiles y de gran interés agrícola. Carecen de propiedades sálicas y son permeables y bien drenados. Los eútricos, son ricos en bases al menos entre 20 y 50 cm, siendo no calcáreos a partir de dicha profundidad. Los calcáricos son calcáreos al menos entre 20 y 50 cm.
- Planosoles. Suelos que tienen un horizonte E con propiedades estagnicas (debido a saturación de agua prolongada por una capa freática colgada) por encima de un horizonte lentamente permeable. Presentan un horizonte A ócrico (horizonte de superficie, sin estratificación y de colores claros). El porcentaje de saturación por bases es superior o igual al 50% en todo el horizonte lentamente permeable dentro de los primeros 125 cm.
- Regosoles. Suelos poco desarrollados, condicionados por la topografía y formados a partir de materiales no consolidados con un perfil AC. Los eútricos son ricos en bases, al menos entre 20 y 50 cm, y son no calcáreos, en una profundidad de 50 cm. Los calcáricos son suelos calcáreos al menos entre 20 y 50 cm y carecen propiedades gleicas en una profundidad de 50 cm.
- Solonchaks. Pertenecen al grupo de suelos que presentan acumulación de CaCO₃, yeso o sales solubles. En el caso de los solonchaks, son suelos, excepto aquellos formados a partir de depósitos aluviales recientes, que poseen una elevada salinidad y sin más horizontes diagnósticos.



Los principales factores de riesgo para la conservación de los suelos se deben principalmente a la aplicación de abonos y fitosanitarios, así como el laboreo, en las actividades agrícolas.

El suelo es un recurso natural no renovable, ya que la tasa de regeneración está muy por debajo de la tasa a la que se destruye. La formación de apenas 5 cm de suelo puede suponer el transcurso de cientos e incluso miles de años, mientras que los procesos erosivos pueden actuar rápida y drásticamente. El equivalente a 1 cm de espesor de la capa superficial de suelo puede ser eliminado durante una única tormenta de lluvia o viento. En condiciones naturales, los procesos responsables de la formación de los suelos y aquellos responsables de su destrucción por erosión, alcanzan un equilibrio tal que asegura el mantenimiento de una capa superficial de suelo capaz de soportar una cubierta vegetal estable. La ruptura del equilibrio suelo-vegetación-clima, debido a las actividades humanas puede llegar a desencadenar la degradación irreversible del suelo y, con ello, limitar tanto su potencial productivo agro-forestal como su capacidad de regeneración y soporte de ecosistemas naturales.

En la zona de estudio en general, este equilibrio suelo-vegetación-clima se rompió hace ya mucho tiempo. En primer lugar, con las reforestaciones de pinos y eucaliptos y, posteriormente, mediante la transformación de las prácticas agrícolas tradicionales hacia el desarrollo de una agricultura sostenida artificialmente mediante técnicas agresivas, como son el uso de plásticos, el mantenimiento de la productividad a base del uso indiscriminado de fertilizantes, los laboreos profundos o la eliminación de la vegetación arvense de los campos de cultivo.

Además, otras actividades han contribuido a alterar más ese equilibrio, y provocar el irreversible proceso de erosión de la capa edáfica, entre las que cabe citar: la actividad constructiva, tanto civil como urbanística, o la actividad extractiva en canteras.

La característica más preciada de un suelo es la fertilidad, es decir, la capacidad que tiene para suministrar a las plantas agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo. La materia orgánica es un factor clave en la fertilidad del suelo, ya que actúa sobre las propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados, etc.), sobre las químicas, aportando nutrientes mediante los procesos de mineralización, y a través de su capacidad de cambio de cationes, que actúa como una reserva nutricional, y sobre las biológicas, ya que mantiene la actividad microbiana del suelo.

La agricultura intensiva tiene una gran repercusión en la contaminación del suelo por metales pesados, debido al empleo de fertilizantes y plaguicidas de forma prolongada. Los fertilizantes fosforados pueden contener Zn, As, Cd y Pb debido a su presencia en la roca fosfórica. El uso de ciertos plaguicidas ha contribuido a aumentar los niveles de As, Pb, Hg, Cu. Fungicidas a base de Cu o de Zn, como el CuSO_4 se utilizan con frecuencia en el cultivo de la vid.

La pérdida de suelo fértil ocurre de manera natural debido a la erosión del suelo por agentes como el agua y el viento. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica de la capa más superficial del mismo, esto ocurre especialmente en terrenos secos y sin vegetación.

El suelo agrícola es especialmente frágil en este sentido, ya que sufre altas tasas de erosión por el acondicionamiento al que está sometido, y en general, prácticas inadecuadas. Lo que provoca una exposición y compactación.

Por otro lado, las ingentes cantidades de fertilizantes y pesticidas degradan considerablemente las propiedades del suelo contaminándolo, y la salinización del mismo a causa de los cultivos de regadío, por la gran cantidad de sales disueltas en las aguas usadas para tal fin. La erosión no sólo causa pérdidas en la fertilidad de los suelos, sino que da lugar a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por residuos de fertilizantes y productos fitosanitarios, así como a la colmatación de las marismas por el arrastre de las partículas. Lleva consigo, además, un grave problema medioambiental y un considerable coste económico, al afectar negativamente a la producción agrícola.

5.6 Dinámica litoral

5.6.1. Agentes de la dinámica litoral

Oleaje

Partiendo de los datos de clima marítimo de la boya del Golfo de Cádiz, se han elaborado gráficas que permiten describir las características principales de los oleajes que llegan hasta el frente costero de Matalascañas. En la Figura 5.12 se muestra la representación polar de los oleajes registrados en la boya. La Figura 5.13 recoge la representación de los principales oleajes exteriores propagados hasta la zona. Los oleajes más elevados proceden del tercer cuadrante, y corresponden a oleajes en altamar procedentes del sector SW-W, que llegan hasta el frente de Matalascañas con dirección SW-WSW. Presentan alturas de ola significante de hasta 6 m.

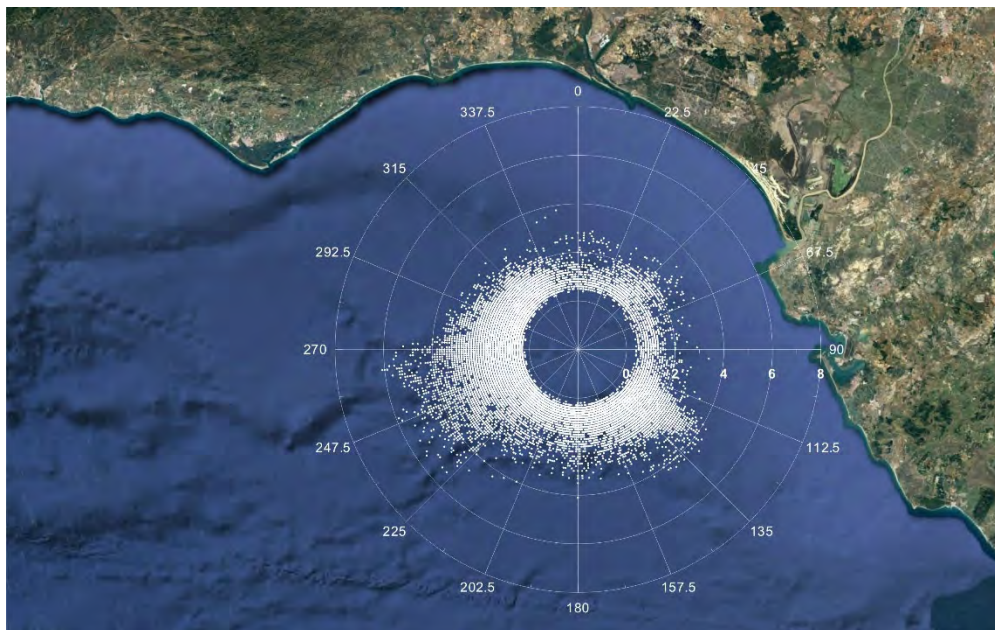


Figura 5.12 – Representación polar de los oleajes registrados en la boya del Golfo de Cádiz



Figura 5.13 – Representación polar de los oleajes propagados a la zona de estudio

Mareas

Se ha utilizado la información proporcionada por Puertos del Estado procedente del Radar MIROS, el cual sustituye al sensor acústico SRD instalado en 1992 en el Morro del Dique de Abrigo de Bonanza, en la desembocadura del Guadalquivir.

La figura 5.14 muestra las principales referencias de nivel del mar calculadas sobre el todo periodo de datos disponible. La unidad de las alturas es el centímetro y están referidas al cero REDMAR. Los extremos y valor medio de las carreras de marea, también en centímetros, están centrados en la vertical sobre un eje arbitrario. Se indica además la altura del TGBM (Tide Gauge Benchmark) sobre el mismo cero. Puede observarse como en este punto la pleamar astronómica máxima tiene una cota de +3.59m sobre el cero REDMAR, mientras que el máximo nivel observado es de 3.86m. La máxima carrera de marea astronómica es de 3.47m.

Por su parte, la tabla 5.7 muestra las estadísticas de bajamares y pleamares observadas y astronómicas. Estos parámetros se calculan sobre toda la serie de pleamares (bajamares) y sobre las pleamares (bajamares) coincidentes con mareas vivas y con mareas muertas. La unidad de todos los parámetros es el centímetro.

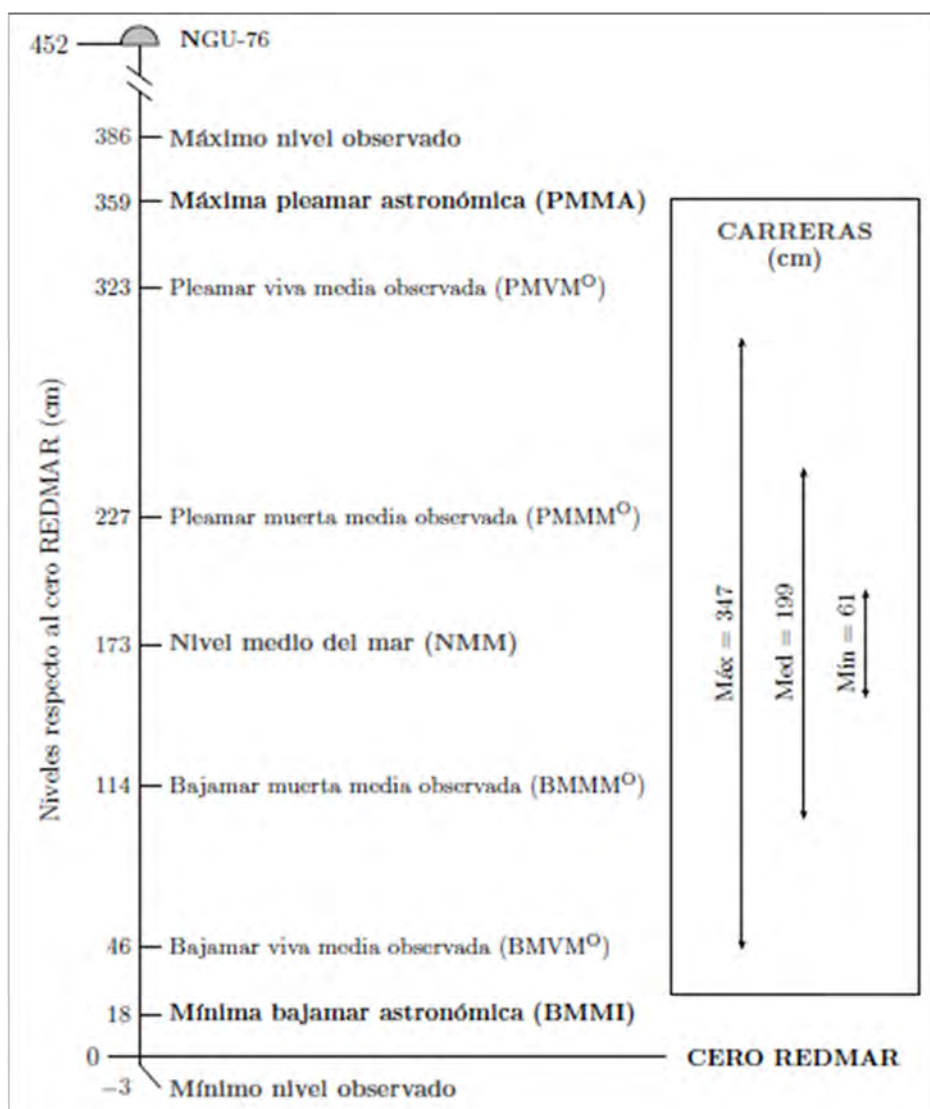


Figura 5.14 – Principales referencias del mareógrafo de Bonanza (Fuente: Puertos del Estado)

	Niveles (cm)							
	Observados				Marea astronómica			
	Máx	Mín	Med	D.E.	Máx	Mín	Med	D.E.
Pleamar	386	184	275	33	359	190	273	32
Bajamar	170	-3	76	26	142	18	79	23
Pleamar viva	381	274	323	21	359	282	319	18
Bajamar viva	122	-3	46	17	76	18	49	14
Pleamar muerta	366	184	227	18	254	190	224	14
Bajamar muerta	170	61	114	16	142	91	115	11

Tabla 5.7 – Principales referencias del mareógrafo de Bonanza (Fuente: Puertos del Estado)

Finalmente, la figura 5.15 muestra la distribución de frecuencia relativa de nivel del mar horario observado, marea astronómica horaria y residuo meteorológico horario. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad de nivel observado, marea y residuo es el centímetro.

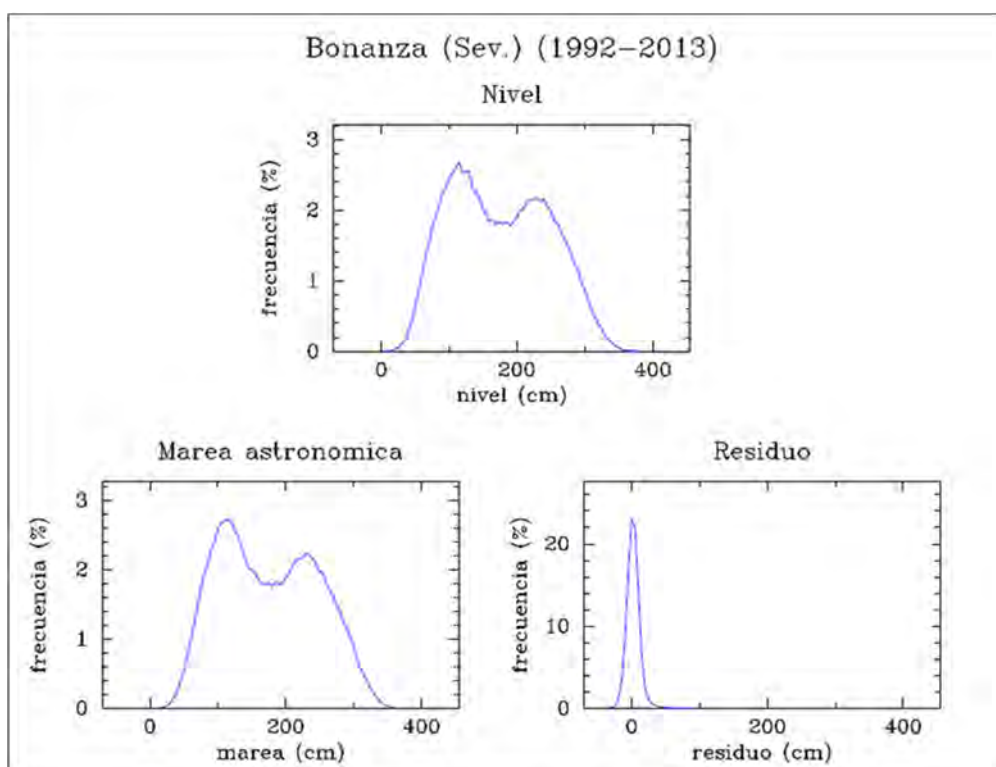


Figura 5.15 – Principales referencias del mareógrafo de Bonanza (Fuente: Puertos del Estado)

Viento

El régimen de vientos que actúa sobre la costa de Huelva muestra un predominio de los vientos de componente oeste. Para los vientos procedentes del mar, los más frecuentes son los procedentes del tercer y cuarto cuadrantes, mientras que los más intensos proceden del tercer cuadrante. La figura 5.16 muestra la rosa de vientos calculada a partir de los datos SIMAR 5034019. El viento proporcionado por el modelo puede asimilarse a la llamada Velocidad Básica del viento (V_b) o viento de referencia, que corresponde a la velocidad media del viento en un intervalo de 10 minutos medida, a 10 m de altura en la superficie del mar o en campo abierto.

La figura 5.17 muestra el histograma de vientos en el mismo punto SIMAR, en el cual se aprecian vientos meduos de hasta 18 m/s.

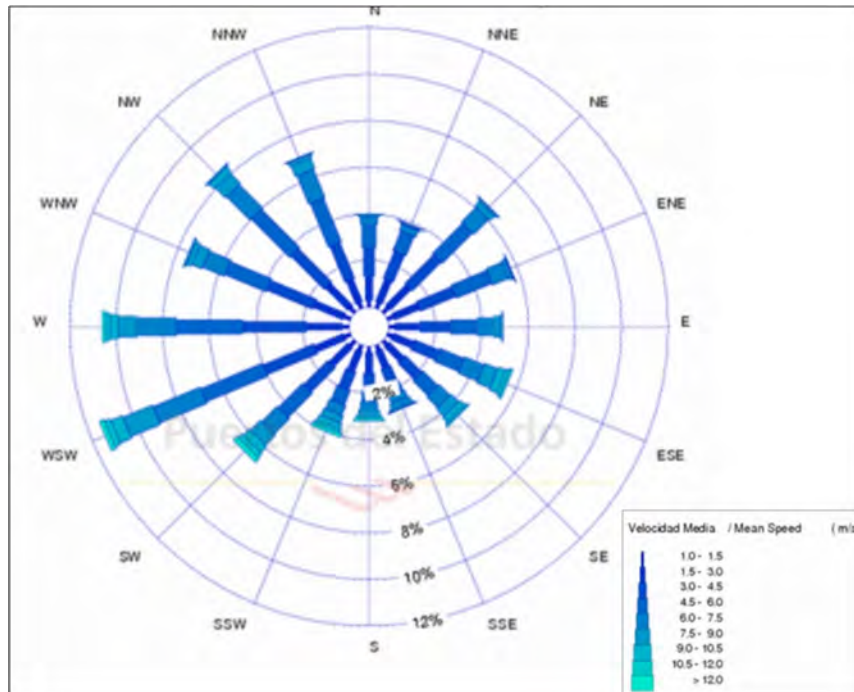


Figura 5.16 – Rosa de vientos de los datos SIMAR 5034019 (Fuente: Puertos del Estado)

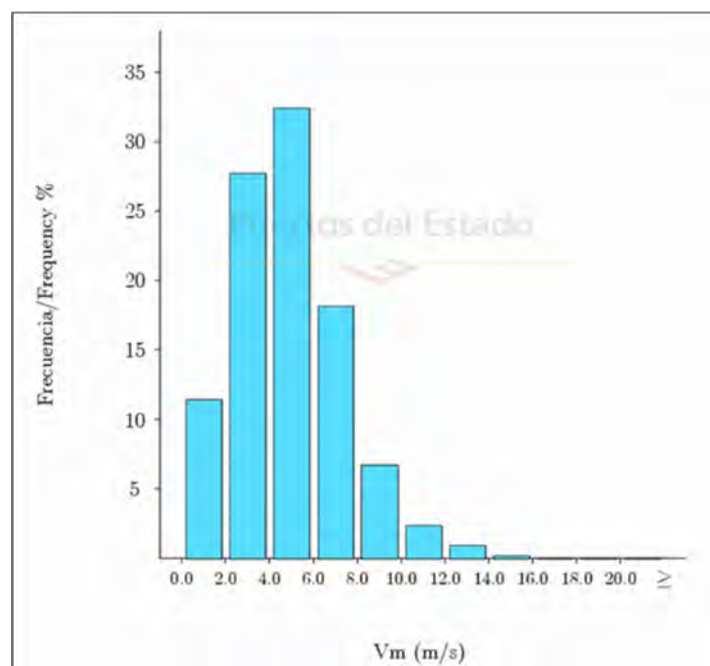


Figura 5.17 – Histograma de vientos de los datos SIMAR 5034019 (Fuente: Puertos del Estado)



5.6.2. El sistema litoral

El litoral de Huelva se configura como una amplia costa formada por marismas, largas playas y flechas litorales, que en la actualidad se encuentra aún en periodo de formación. La última trasgresión marina, que alcanzó su máximo hace unos 6.000 años aproximadamente, invadió las desembocaduras de los ríos y dio lugar a la formación de amplias zonas de marismas; el posterior ajuste del nivel del mar dejó tras de sí amplias llanuras en proceso de relleno, que han sido sucesivamente cerradas en su frente marino por flechas litorales arenosas, construidas con los aportes sedimentarios de los ríos y modeladas por la intensa acción de los oleajes. El sustrato geológico pleistoceno que conforma la base del litoral onubense aflora en largos tramos de costa, y marcan el paisaje litoral de zonas como La Antilla, El Portil y El Asperillo.

En este proceso natural, que lleva a la costa hacia una madurez aún muy lejana, la acción del hombre ha tenido repercusiones decisivas en su desarrollo. Las obras cuyo impacto en el litoral ha sido más decisivo son las que se relacionan a continuación:

- El encauzamiento del río Guadiana (1973), que cortó el aporte de sedimentos desde la costa de Portugal a Isla Canela, y modificó la estructura profunda del delta del río.
- Las sucesivas obras de regulación del río Guadiana, cuyo mayor desarrollo tiene lugar a partir de 1950, y que han disminuido el aporte sedimentario neto a la costa.
- La construcción del doble encauzamiento del río Carreras (a partir de 1960), que ha independizado parcialmente las playas de Isla Canela y el Caimán.
- El dique Juan Carlos I, a finales de los años 70, que ha alterado el paso natural de sedimentos frente a la desembocadura del estuario de los ríos Tinto y Odiel.
- La progresiva regulación del río Guadalquivir y los dragados en su cauce, que han influido en el desarrollo de la costa exterior a ambos lados de su desembocadura.

Recorriendo la costa desde el Oeste hacia el Este, la primera unidad de importancia que encontramos es la desembocadura del Río Guadiana, donde históricamente se ha producido el trasvase de sedimentos desde la costa portuguesa a la española, a través de la formación deltaica del río. A raíz de las obras de encauzamiento ejecutadas en 1976, se ha detenido el aporte de sedimentos desde poniente, y se ha modificado la estructura del delta sumergido, lo que ha provocado una erosión de grandes dimensiones en el frente de playa de Isla Canela. El río Guadiana está intensamente regulado a lo largo de toda su cuenca, especialmente en el tramo español, lo que ha contribuido a la disminución en las pasadas décadas de la tasa de aportes sedimentarios a la costa.

El límite oriental del tramo lo constituye la desembocadura del río Carreras. A levante de este punto se encuentra una gran barra arenosa, que ha crecido de manera extraordinaria en las últimas décadas debido al resguardo de las obras de encauzamiento, y que ha provocado la erosión de un amplio arco de playa en las zonas urbanizadas de Urbasur, Islantilla y La Antilla. Este tramo de playa sensiblemente rectilíneo termina en el sumidero natural de sedimentos de la barra del río Piedras, en la cual se produce un cierto trasvase natural de sedimentos hacia la playa de La Bota.

El tramo de playa La Bota-Punta Umbría se configura como una playa recta, con una entrada de sedimentos desde la desembocadura del río Piedras y una salida frente al espigón de Punta Umbría; la salida del puerto pesquero de esta población se ve dificultada por la presencia de una barra arenosa, que obliga a situar el canal de salida a través del lejano Estero del Burro.

La construcción del dique Juan Carlos I, como parte de las obras de mejora del canal de acceso al Puerto de Huelva, ha provocado la creación de una amplia playa emergida apoyada a poniente, y un déficit de arena en las playas de Mazagón, que ha sido paliado con diversas actuaciones en la zona.



La zona urbana de Matalascañas surge después de 25 km de costa virgen, y en ella se ha producido una invasión masiva de la duna por las edificaciones y de la playa por un paseo marítimo, lo que provoca problemas localizados de erosión. A lo largo de esta costa los sedimentos circulan en dirección sur, hacia la barra exterior del río Guadalquivir. La desembocadura del Guadalquivir constituye el punto final de la costa onubense, con la barra exterior de Doñana y el sumidero de sedimentos formado en la desembocadura del río.

5.6.3. Evolución de la costa

Según se ha visto en el apartado 2.1 de diagnóstico de la situación actual, el acantilado situado al norte de Matalascañas está sufriendo un retroceso muy destacado, cuyo valor estimado se sitúa en torno a 0.50-1.0 m/año.

En lo que respecta a la playa de Matalascañas, el paseo marítimo y algunas de las urbanizaciones fueron construidas sobre la duna y sobre el mismo perfil activo de playa, razón por la cual ha sido necesario proceder a la instalación de una defensa longitudinal de escollera en el primer tramo de la unidad.

En el año 1978 se construyó un campo de espigones, con separación de 200 metros, que cubría los más de 4 km de frente urbano. Sin embargo, estos espigones se han ido hundiendo con el paso del tiempo, de forma que en la actualidad sólo afloran en lugares determinados de la playa y cuando el perfil arenoso es erosionado por los temporales.

La costa de Matalascañas seguirá sometida a un proceso erosivo en el futuro derivado de diferentes factores, como son:

- La onda erosiva procedente del Norte, tras la construcción del dique de encauzamiento Juan Carlos I del puerto de Huelva
- La progresiva sobreelevación del nivel medio del mar
- La invasión de la playa por las edificaciones, que continuará afectando a la estabilidad del perfil de playa

5.6.4. Descripción de la dinámica litoral

Como conclusión del análisis realizado en los apartados anteriores, se puede señalar lo siguiente (ver figura 5.18):

- A lo largo de la playa de Castilla se produce un transporte neto de sedimento en sentido sur, con un orden de magnitud de 100-200.000 m³/año.
- La interrupción del transporte litoral frente a la ría de Huelva ha generado una onda erosiva que se propaga hacia el sur a lo largo de esta playa
- El acantilado retrocede a una tasa aproximada de 0.5 m/año en las proximidades de Matalascañas
- Este retroceso se debe tanto al déficit de sedimento como a la sobreelevación del nivel medio del mar, que en las últimas décadas ha alcanzado una tasa media de 3.5 mm/año.
- La erosión de la playa de Matalascañas ha venido también muy influida por la ocupación de las dunas y de la playa activa por la urbanización y el paseo marítimo

- El sedimento se acumula al final del tramo, en la costa de Doñana, estando la dinámica sedimentaria muy influida por el transporte eólico hacia el interior del parque, y por los procesos fluviales en la desembocadura del Guadalquivir



Figura 5.18 – Esquema de los procesos sedimentarios en el entorno de Matalascañas

5.6.5. Naturaleza de los sedimentos en la zona de actuación

Se han analizado los informes de caracterización de los materiales de elaborados por Tecnoambiente en julio de 2018. En los mencionados informes se ha procedido a realizar todos los análisis requeridos en la Instrucción Técnica para la Gestión Ambiental de las Extracciones Marinas para la Obtención de Arena (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, enero 2010), obteniéndose en la playa de Matalascañas los resultados que se recogen en las tablas 5.8 y 5.9.

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MATALASCAÑAS
Gravas ($\Phi > 2$ mm)	%	<0,5
Arenas muy gruesas ($2 \text{ mm} > \Phi > 1$ mm)	%	<0,5
Arenas gruesas ($1 \text{ mm} > \Phi > 0,5$ mm)	%	7,6
Arenas medias ($0,5 > \Phi > 0,25$ mm)	%	74,4
Arenas finas ($0,25 \text{ mm} > \Phi > 0,125$ mm)	%	17,7
Arenas muy finas ($0,125 > \Phi > 0,063$ mm)	%	<0,5
Finos	%	<0,5
Moda	Adimensional	AM
D50	mm	0,36

Tabla 5.8 – Histograma de vientos de los datos SIMAR 5034019 (Fuente: Puertos del Estado)



DETERMINACIÓN	UNIDADES	MATALASCAÑAS
Materia orgánica	%	<1,0
Arsénico	mg/Kg	11,5
Cadmio	mg/Kg	<0,250
Cobre	mg/Kg	9,98
Cromo	mg/Kg	3,08
Mercurio	mg/Kg	0,153
Níquel	mg/Kg	
Plomo	mg/Kg	10,4
Zinc	mg/Kg	47,9
Coliformes fecales	UFC/g	<2
Estreptococos fecales	UFC/g	<2

Tabla 5.9 – Histograma de vientos de los datos SIMAR 5034019 (Fuente: Puertos del Estado)

5.7 Calidad atmosférica

5.7.1. Antecedentes y legislación aplicable

El Decreto 239/2011, de 12 de julio, por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el registro de sistemas de evaluación de la calidad del aire en Andalucía, establece en su artículo 4 que, conforme a lo dispuesto en el artículo 53.1 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, corresponde a la Consejería competente en materia de medio ambiente la vigilancia y control de la calidad del aire en Andalucía, a través de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía. Asimismo, el artículo 6 indica que corresponde a dicha Consejería informar a la población del nivel de contaminación y, de manera específica, cuando se sobrepasen los valores objetivos, los umbrales de información y alerta o los valores límite de calidad del aire.

El Decreto 239/2011, de 12 de julio, derogó con su entrada en vigor el 6 de agosto de 2011, el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la calidad del aire. Este Decreto de 2011 supone una modificación sustancial de la normativa andaluza en materia de regulación del medio ambiente atmosférico, adaptándola a las normas comunitarias y nacionales sobre la materia y estableciendo o desarrollando aspectos imprescindibles para su aplicación.

Tal y como prevé el artículo 51 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, y el artículo 5 del Decreto 239/2011, de 12 de julio, la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire está integrada por todos los sistemas de evaluación instalados en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, es decir el conjunto de medios susceptibles de ser utilizados para la determinación de la calidad del aire en Andalucía. Son sistemas de evaluación de la calidad del aire, entre otros, las estaciones de medida de la calidad del aire fijas o móviles, los laboratorios de la calidad del aire y las técnicas de modelización y estimación objetivas.

A nivel estatal, la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico fue sustituida por la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, siendo actualmente la legislación básica estatal en materia de evaluación y gestión de la calidad del aire.



Por su parte, la Unión Europea ha ido publicando un conjunto de Directivas cuyo objetivo principal es tomar las medidas necesarias para mantener una buena calidad del aire ambiente o mejorarla donde sea necesario. La Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de junio de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, supone la revisión, a la luz de los últimos avances científicos y sanitarios, y de la experiencia de los Estados miembros, de la normativa europea mencionada, incorporando las Directivas 96/62/CE, 99/30/CE, 2000/69/CE y 2002/3/CE, así como la Decisión 97/101/CE, con el fin de ofrecer mayor simplificación y eficacia normativa para el cumplimiento de los objetivos de mejora de la calidad del aire ambiente y considerando los objetivos del sexto programa de acción comunitario en materia de medio ambiente aprobado mediante la Decisión nº 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002.

La Directiva 2008/50/CE, fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, el cual desarrolla la Ley 34/2007, de 9 de julio, en los temas relativos a calidad del aire y simplifica la normativa nacional en dicha materia. Entre las novedades que introduce el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, cabe destacar el establecimiento de requisitos de medida y límites para las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm (PM_{2,5}), la obligación de realizar mediciones de las concentraciones de amoníaco en localizaciones de tráfico y fondo rural y la definición de los puntos en los que deben tomarse las medidas de las sustancias precursoras del ozono y su técnica de captación.

Por su parte, a nivel autonómico, el antes citado Decreto 239/2011, de 12 de julio, introduce las siguientes novedades en materia de calidad del aire:

- Regula la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía, la cual estará coordinada por la Dirección General autonómica competente en la materia, estableciendo unos requisitos mínimos imprescindibles para que una estación de medida pueda integrarse en dicha Red.
- Crea el Registro de sistemas de evaluación de la calidad del aire integrados en la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía, al objeto de llevar un control de los sistemas, tanto de titularidad pública como privada, que se utilicen para realizar la evaluación de la calidad del aire ambiente. Este Registro tiene carácter público.
- Establece un procedimiento que asegure la comparabilidad y confianza en todo el proceso comprendido desde las mediciones o estimaciones de los contaminantes hasta la elaboración de los informes correspondientes, habilitando a la Dirección General competente la aplicación de un sistema de control y garantía de calidad aplicable a la Red.
- Desarrolla a nivel autonómico las obligaciones en materia de información a la población sobre la calidad del aire.
- Fija las responsabilidades de las administraciones autonómicas y locales en la materia. De este modo, establece el contenido y procedimiento a seguir por cada administración competente en la elaboración y aprobación de planes de mejora de la calidad del aire y planes de acción a corto plazo, así como la obligación de su consideración en los planes urbanísticos.

Las principales funciones de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía son las siguientes:

- Determinación del estado de la calidad del aire y el grado de cumplimiento de límites con respecto a los valores que establezca la legislación vigente.
- Observación de la evolución de contaminantes en el tiempo.



- Detección rápida de posibles situaciones de alerta o emergencia, así como seguimiento de la evolución de la concentración de contaminantes.
- Informar a la población sobre la calidad del aire.
- Aportar información para el desarrollo de modelos de predicción.
- Proporcionar datos para la formulación, en su caso, de Planes de Prevención y Corrección de la contaminación atmosférica.
- Intercambio de información de la Administración Autonómica con la Estatal y Comunitaria.

La Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire está integrada por todos los sistemas de evaluación instalados en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, es decir el conjunto de medios susceptibles de ser utilizados para la determinación de la calidad del aire en Andalucía. Entre estos sistemas se encuentra las estaciones fijas de vigilancia y control de la calidad del aire.

Dentro de la Red existen estaciones fijas cuya titularidad pertenece a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio o a otras instituciones públicas o privadas que hayan realizado la inscripción en el Registro de sistemas de evaluación de la calidad del aire que ha creado el Decreto 239/2011, de 12 de julio.

En estas estaciones se miden, mediante sensores automáticos los siguientes parámetros: SO₂, NO/NO₂/NO_x, partículas PM₁₀, CO, O₃, SH₂ y parámetros meteorológicos. Mediante métodos manuales y automáticos: Partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) y benceno, tolueno, xileno y etilbenceno (BTEX). Y sólo mediante muestreos manuales: metales (As, Cd, Ni y Pb), amoníaco y benzo(a)pireno.

El número de sensores, captadores gravimétricos y captadores difusivos y por tanto la tipología de los contaminantes que se miden en cada estación depende de las condiciones específicas del emplazamiento.

5.7.2. Estado actual de la calidad atmosférica en la zona de estudio

En Matalascañas se encuentra una estación perteneciente a la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía, incluida en el grupo de Zonas rurales 2 (ES0126).

La presencia de contaminantes atmosféricos a escala regional tiene su origen en el conjunto de las emisiones vertidas en la propia región, fundamentalmente desde los grandes núcleos urbanos e industriales y las grandes vías de comunicación con alta densidad de tráfico, y en mayor o menor medida (dependiendo del contexto geográfico y meteorológico de cada región en particular), de las procedentes de otras regiones debido al transporte a larga distancia. En general, cualquier emisión de un gas desde un foco puntual acaba afectando a áreas circundantes a causa de la dispersión que el gas sufre en la atmósfera. En la dimensión vertical la turbulencia es el agente dispersivo más importante, y en la dimensión horizontal es el transporte ejercido por las circulaciones de viento (advección).

Niveles de concentración de partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras (PM₁₀) y diámetro inferior a 2.5 micras (PM_{2.5})

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire en el que se fundamenta la legislación relativa a calidad atmosférica en Andalucía, establece valores límite para la protección de la salud para los parámetros PM₁₀ y PM_{2.5}, partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 y 2.5 micras en condiciones ambientales (ver Tabla 5.10).



	Periodo de promedio	Valor
Valor límite diario	24 horas.	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año.
Valor límite anual	1 año civil.	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 5.10 – Valores límite de las partículas PM10, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Tabla 5.11, se resumen los valores objetivo y límite que establece el Real Decreto 102/2011 para el parámetro PM2.5.

	Periodo de promedio	Valor
		2015
Valor límite anual	1 año civil	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 5.11 – Valores límite de las partículas PM2.5, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Tabla 5.12 se recogen los valores de concentraciones de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidos para el año 2017 en las zonas rurales 2 (ES0126), en la que se ubica la estación de Matalascañas.

Municipio	Estación	Media 24h			Año Civil		Superación de Límites
		(% Datos Válidos	V. Máximo	Nº de sup.	Valor	Nº de sup.	
				Salud Humana (f)		Salud Humana (g)	
BEDAR	BEDAR(*)	15.07	46	19	11	0	No
BENAHADUX	BENAHADUX(*)	12.88	57	31	19	0	No
ARCOS DE LA FRONTERA	ARCOS	85.48	66	8	26	0	No
BARRIOS (LOS)	E2:ALCORNOCALÉS(*)	14.25	38	28	17	0	No
PRADO DEL REY	PRADO REY	93.70	72	4	25	0	No
ALMONTE	MATALASCAÑAS(*)	15.34	50	36	24	0	No
CAMPILLOS	CAMPILLOS(*)	49.04	31	20	11	0	No
GUILLENA	COBRE LAS CRUCES	81.92	103	2	18	0	No(t)
SAN NICOLAS DEL PUERTO	SIERRA NORTE(*)	41.92	87	35	19	0	No

Tabla 5.12 – valores de concentraciones de PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Tabla 5.13 se recogen los valores correspondientes a las concentraciones de PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidos para el año 2017 en la misma zona.

Municipio	Estación	%Datos Válidos	Nº Muestras	Promedio	Superación del Valor Límite
BÉDAR	BÉDAR	45,75	167	6,3	No
ALMONTE	MATALASCAÑAS	13,42	49	13	No
CAMPILLOS	CAMPILLOS	46,06	168	6,7	No
LOS BARRIOS	E2:ALCORNOCALÉS	13,70	50	8,1	No
SAN NICOLAS DEL PUERTO	SIERRA NORTE	44,93	164	7,8	No

Tabla 5.13 – valores de concentraciones de PM2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Según puede observarse, no se superan los límites establecidos en ninguno de los casos.



5.8 Calidad de las aguas

El Decreto 194/1998, de 13 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Vigilancia Higiénico-Sanitaria de las Aguas y Zonas de Baño de carácter marítimo, establece en su artículo 7 que, sin perjuicio de las competencias que corresponden a la Administración Local, la Consejería de Salud establecerá un Programa Anual de Actuaciones para la vigilancia y control de las condiciones de salubridad de las aguas y zonas de baño, que comunicará a los Municipios afectados.

La Consejería de Salud elabora cada año, a principios del mes de junio, coincidiendo con el inicio de la temporada de baño, un Informe sobre la situación higiénico-sanitaria de las aguas y zonas de baño de carácter marítimo y continental de Andalucía. Este documento se actualiza quincenalmente mediante informes públicos, durante toda la temporada de baño, que en Andalucía se encuentra establecida entre el 1 de junio y el 30 de septiembre. Toda esta información es difundida periódicamente a través de los medios de comunicación y de la página web de la Consejería.

El mencionado Decreto 194/1998, de 13 de Octubre, determina en su Capítulo IV, Artículo 12.1. la obligación de elaborar y hacer público un Informe sobre la situación sanitaria de las aguas y zonas de baño marítimas de Andalucía, antes del inicio de cada temporada.

El Decreto atañe exclusivamente a aguas de baño marítimas, sin embargo el Real Decreto 1341/2007, de 11 de Octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño, no hace distinción en cuanto al tipo de agua de baño. Por tanto a partir de la temporada de baño 2011 se está incluyendo en los informes sanitarios periódicos la información disponible sobre la calidad de las aguas de baño continentales.

Los parámetros vigilados en las aguas de baño son:

- Parámetros analíticos obligatorios: Enterococos intestinales y Escherichia coli.
- Parámetros de inspección visual: transparencia del agua, presencia de medusas, presencia de residuos alquitranados, de cristal, plástico, madera, caucho, materias flotantes, etc, presencia de sustancias tensoactivas, de restos orgánicos u otros residuos que puedan afectar a la salubridad de las aguas de baño, así como el resto de parámetros que la autoridad competente considere necesarios.
- Parámetros ambientales circunstanciales: macroalgas, cianobacterias y fitoplancton marino.

En la Tabla 5.14 se recogen los resultados del informe de calidad de las aguas de baño al inicio de la temporada 2018, correspondientes a la playa de Matalascañas.

Municipio	Denominación Z.Baño	Denominación P.Muestreo	Fecha Inspección	Aptitud Agua de Baño	Calific. Tempor. Anterior	Incidencias
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	CAÑO GUERRERO	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	C.GUERRERO (BARLOVENTO)	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	DEPURADORA (H.FLAMERO)	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	EL COTO	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	LOS HOTELES(DEP.ROJAS)	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	PUEBLO ANDALUZ	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	ROCIO	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA
ALMONTE	PLAYA MATALASCAÑAS	TORRE	22/05/2018	APTA	Excelente	SIN INCIDENCIA

Tabla 5.14 – Valores de concentraciones de PM2.5 en µg/m³

5.9 Medio biológico: bentos

La bionomía béntica, o estudio de la distribución y estructura de las biocenosis o comunidades presentes en los fondos, es el método más adecuado para establecer, de una manera precisa, las características ecológicas de un medio marino, y poder interpretar la influencia que tienen los distintos factores ambientales en el estado de desarrollo y conservación de los poblamientos que se presentan en él. Por esto, resulta conveniente especificar algunos conceptos básicos de bionomía béntica antes de exponer y discutir los resultados del estudio realizado.

En este sentido, se define como biocenosis el conjunto de organismos que, por su composición específica y por la proporción relativa entre los individuos de cada especie, corresponden a ciertas condiciones del medio, en las que sus elementos están relacionados por una dependencia recíproca, y que se mantienen y se reproducen en un cierto entorno de forma permanente.

La tipología del sustrato condiciona, en gran medida, las biocenosis que se pueden instalar en cada piso, estableciendo un nivel de clasificación en función de fondos de sustratos duros o fondos de sustratos sueltos. Dentro de cada tipología de sustrato influye mucho el hidrodinamismo y después, el resto de los factores edáficos.

En la Figura 5.19 se muestra la composición de los fondos en el entorno de la zona de estudio, obtenida del servicio de información geoespacial marina del Instituto Español de Oceanografía). Según puede observarse, que el infralitoral inmediato es de arena, siendo el resto de los fondos de tipo fangoso.



Figura 5.19 – Composición de los fondos marinos en la zona de estudio (Fuente: visor IDEO)

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio (CMAOT), consciente de la importancia de los ecosistemas marinos y litorales y de la necesidad de su compleja planificación y gestión medioambiental, ha puesto en funcionamiento una serie de iniciativas destinadas a la conservación de estos ecosistemas, asegurando también el uso sostenible y el adecuado desarrollo de las múltiples actividades humanas que encuentran su sustento en los mares y costas andaluzas.

En el año 2004, se inician los trabajos del *Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación Medio Marino Andaluz*, los cuales establecieron la base del inicio, en el año 2006, de la Encomienda de Servicio “*Apoyo Técnico a la Gestión Sostenible del Medio Marino*”.



El objeto de la actividad es abordar, de forma coordinada, las actividades encaminadas a la conservación y desarrollo sostenible del litoral y fondos marinos. Las labores de la Encomienda se apoyan en un equipo técnico muy especializado, distribuido por todas las provincias litorales de Andalucía y coordinado de forma regional, con la intención de optimizar los recursos disponibles y garantizar resultados y tratamientos homogéneos para el conjunto del medio marino y litoral de Andalucía. En ella se plantean dos objetivos fundamentales:

- Elaborar un listado actualizado lo más exhaustivo posible de las especies marinas que viven en Andalucía, centrado principalmente en el grupo de los invertebrados. Para ello se realizó una labor intensa durante estos primeros años, dedicando un buen número de inspecciones a lo largo de todo el litoral andaluz desde la zona supralitoral hasta los 30 metros de profundidad. En 2007 se incluyó además al grupo de las algas mediante una colaboración en la toma de muestras del Programa de Algas Marinas de Andalucía de la CMA
- Elaborar un inventario de las biocenosis existentes en Andalucía a partir de datos obtenidos de estas mismas inspecciones. Paralelamente se incorporaron a estos listados un buen número de especies observadas en los censos realizados en arrecifes artificiales.

En 2008, se suman a estos trabajos los de emergencias frente a varamientos de mamíferos y tortugas marinas y la puesta en funcionamiento del Centro de Gestión del Medio Marino del Estrecho, ubicado en Algeciras (Cádiz).

En 2012 se publicó en Andalucía el Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y fauna silvestres y sus hábitats. Dicho Decreto recoge el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y el Listado de Especies en Régimen Especial (CAEA y LAESRPE respectivamente). En este listado aparecen 40 especies marinas (6 algas, 4 fanerógamas y 30 invertebrados), de las que se incluyen en el CAEA cinco especies de invertebrados marinos presentes en Andalucía.

El Plan de Recuperación y Conservación de Invertebrados Amenazados y Fanerógamas del medio marino (PRCIAFMM) se aprobó por Consejo de Gobierno de 7 de noviembre de 2017. Este Plan incluye medidas para la mejora del estado de conservación de estos 5 invertebrados además de las 4 especies de fanerógamas incluidas en el Listado.

Durante estos años, además se han llevado a cabo una gran diversidad de trabajos algunos de ellos en el marco de proyectos europeos, entre los que destaca el Life Posidonia Andalucía (2011-2016) que continua en parte de sus objetivos con el proyecto Life Blue Natura (2015-2019).

Dentro del *Programa de gestión sostenible del medio marino andaluz* se elaboran informes en los que se reflejan los resultados obtenidos anualmente fruto de los trabajos realizados para la conservación y desarrollo sostenible del litoral y fondos marinos. Estos informes se estructuran en dos grandes bloques. El primer bloque comprende un resumen de los resultados obtenidos en relación a cada uno de los objetivos y trabajos llevadas a cabo durante el año. El segundo bloque comprende los resultados y observaciones llevados a cabo en diferentes localidades y los resultados derivados del seguimiento de fanerógamas marinas, de las diferentes especies de invertebrados marinos amenazadas y del seguimiento sanitario de las especies de cetáceos y tortugas varadas a lo largo de la costa andaluza.

No se detecta en ninguno de los informes publicados hasta la fecha, ninguna especie ni biocenosis de especial interés en el entorno de la zona de estudio. De hecho, la información actualizada de la presencia de praderas de fanerógamas marina en la zona se incluye en el Atlas de las praderas marinas de España, que es la primera obra de ámbito nacional publicada sobre la distribución y el estado ecológico de los bosques sumergidos de las costas españolas. Se trata de una publicación coordinada por el Instituto Español de Oceanografía, el Centro de Cooperación del Mediterráneo de la UICN y el Instituto de Ecología Litoral. Esta publicación es del año 2015.

En el mencionado atlas, se incluye información detallada sobre las praderas de fanerógamas, y en la Figura 5.20, obtenida de la cartografía incluida en el atlas, puede observarse la ausencia de las mismas en el entorno de la zona.



Figura 5.20 – Mapa de distribución de las praderas marinas en la zona de estudio (Fuente: Atlas de las praderas marinas de España. IEO)

5.10 Flora y vegetación

La vegetación es uno de los aspectos más importantes a tratar en todos los estudios del medio físico, destacando además la importancia de la misma, por su relación con el resto de componentes bióticos y abióticos del medio que la rodea. La vegetación natural viene sufriendo desde hace tiempo una serie de agresiones de origen antrópico que hacen que en la actualidad haya zonas severamente afectadas por este aspecto.

El 14 de Abril de 1992 se aprobó en Bruselas la Directiva 92/43/CEE relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestre, adaptada y amparada en todo el territorio nacional por el R.D. 1997/1995, de 7 de diciembre. Con posterioridad, este Decreto fue modificado por el R.D. 1193/1998, de 12 de junio.



Con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se instauró el principio de la preservación de la diversidad biológica y genética, de las poblaciones y de las especies. Una de las finalidades más importantes de dicha Ley es detener el ritmo actual de pérdida de diversidad biológica, y en este contexto indica en su artículo 52.1 que para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, las comunidades autónomas y las ciudades con estatuto de autonomía deberán establecer regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera. No obstante, además de las actuaciones de conservación que realicen las citadas administraciones públicas, para alcanzar dicha finalidad, la Ley 42/2007, en sus artículos 53 y 55 crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y, en su seno, el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Posteriormente el R.D. 1015/2013, de 20 de diciembre, modifica los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

El Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LAESPE) en el que se incluye el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas es un instrumento derivado de la Ley 8/2003 de la Flora y Fauna Silvestre de Andalucía y desarrollado en el Decreto 23/2012 por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y fauna silvestres y sus hábitats.

Las normativas europeas, estatal y autonómica establecen distintas categorías de amenaza, como son Extintas (EX), En Peligro de Extinción (EN), Vulnerable (VU), y las especies que no encontrándose en ninguna de las categorías anteriores están sometidas a un Régimen de Protección Especial (especies incluidas en el LISTADO).

Todas las especies que se encuentran en las categorías de Extintas, En peligro de extinción o Vulnerable son las que conforman el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

En la actualidad el Catálogo recoge 587 taxones, la mayoría de ellos vertebrados terrestres (principalmente aves) y plantas superiores. Requiere la continua revisión para la inclusión o exclusión de nuevos taxones y las modificaciones de la clasificación de otros; para ello se recurre a los resultados de recientes estudios sobre el estado de la conservación de la flora y fauna andaluza y a los censos y seguimientos de gran variedad de grupos y especies vegetales y animales, promovidos desde distintos programas desarrollados por la Consejería competente.

El Listado y Catálogo de Flora y Hongos Amenazados de Andalucía se define en el Anexo X del Decreto 23/2012 de flora y fauna.

5.10.1. Vegetación en la zona de estudio

La presencia de extensos arenales provoca que sean las sabinas y los enebros las principales especies florísticas de las franjas más próximas a la costa. En el interior, en función de la humedad aparecen los alcornoques, donde se reciben mayores precipitaciones, o acebuchales, mejor adaptados al estrés hídrico que marca el clima mediterráneo. Por su parte, el entorno del río Guadalquivir ofrece a la vegetación unas condiciones especiales en cuanto a salinidad del suelo, inundación de sus terrenos durante parte del año, movilidad del sustrato, etc., que provoca la existencia de una vegetación muy específica, entre la que destaca el sapillo (*Sarcocornia perennis*), el cenizo blanco (*Halimione portulacoides*), espartillo (*Spartina marítima*), almajo (*Suaeda vera*), juncos (*Juncus effusus*), gamones (*Asphodelus sp.*), etc.

La principal comunidad vegetal presente en el entorno es el pinar de pino piñonero (*Pinus pinea*). Tiene la particularidad de ser una formación de origen no espontáneo, producto de repoblaciones forestales iniciadas a mediados del siglo XVIII por los duques de Medinaceli, especialmente en su finca "Coto de Doñana" y en el paraje de Las Marismillas, continuadas después con plantaciones masivas de pinos



en las dunas con objeto de evitar su avance hacia el interior, y potenciadas a partir de las primeras décadas del pasado siglo con la introducción de otra especie alóctona, el eucalipto.

Estos pinares y eucaliptales han ido sustituyendo a la vegetación arbórea natural de la zona, que estaba constituida básicamente por alcornoques (*Oleo-Quercetum suberis*), ocupando los suelos arenosos profundos próximos a la costa, así como al matorral subsecuente formado por enebrales y sabinars. Los suelos más ricos en bases, situados en las zonas septentrionales del ámbito del Condado, estaban ocupados por encinares (*Smilaco-Quercetum rotundifolia*). En la actualidad alcornoques y encinares forman rodales salteados en zonas con suelos estabilizados.

Hacia las marismas los pinares se enriquecen con especies halófilas propias de este ecosistema tales como: *Salicornia ramosissima*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salsola* sp., *Limoniastrum monopetalum* o *Atriplex halimus*, entre otras. Hacia el interior, el pinar aparece acompañado de especies propias de las comunidades arbustivas de sustitución de los alcornoques como son los espinars de *Asparago-Calicotometum villosae* o *Asparago-Rhamnetum oleoidis*, o, en etapas más avanzadas, el monte blanco (*Thymo albicantis-Stauracanthetum genistoidis*) y el monte negro (*Erico scopariae-Ulicetum australis*), dependiendo de la mayor o menor profundidad del nivel freático. Estos espinars de porte alto que contienen abundantes especies termófilas, con una estructura cerrada, prosperan sobre biotopos con suelos descarnados e incluso sobre suelos derivados de paleodunas. Entre sus especies características se encuentran: *Asparagus aphyllus*, *A. albus*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus oleoides*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Phyllirea angustifolia*, *P. latifolia*, *Teucrium fruticans*, *Chamaerops humilis*, *Smilax aspera*, *Daphne gnidium*, *Erica arborea*.

El monte blanco es una comunidad desarrollada sobre suelos arenosos profundos pobres en nutrientes, que está constituido por caméfitos y nanofanerófitos xerófilos, entre los que destacan: *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus mastichina*, *Halimium halimifolium*, *Cistus libanotis*, *Cistus savifolius*, *Juniperus phoenicea*, *Stauracanthus genistoides*. Su nombre se debe a la tonalidad clara del jaguarzo (*Halimium halimifolium*) frente a las especies que constituyen el monte negro. Es propio de las zonas más altas y secas, donde la profundidad máxima de la capa freática oscila estacionalmente entre 1,5 y 2,5 m.

El monte negro está compuesto predominantemente por brezos, brezinas y aulagas (*Erica ciliaris*, *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris*, *Ulex australis*), aunque también es frecuente la presencia de ejemplares de alcornoque (*Quercus suber*) aislados que se sitúan en las partes más húmedas. La profundidad de la capa freática se encuentra entre 0,5 y 1,5 m. Esta cercanía de las aguas subterráneas puede hacer que estas zonas se inundan en temporada de lluvias.

Tradicionalmente, estos pinares han estado sometidos a un régimen de explotación con aprovechamiento de piñas y madera, aunque desde hace aproximadamente 30 años están siendo sometidos paulatinamente a una fuerte presión antrópica como consecuencia del creciente avance de los núcleos urbanos y, especialmente, de la agricultura intensiva con cultivos bajo plástico de fresas y frutas del bosque.

5.10.2. Hábitats de Interés Comunitario

En cumplimiento de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, conocida como Directiva Hábitats, en la Comunidad Autónoma de Andalucía se lleva a cabo un continuo trabajo de interpretación, localización, delimitación y valoración del estado de conservación de los Hábitats de Interés Comunitario (HIC) terrestres recogidos en el Anexo I de la Directiva ("Tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar Zonas Especiales de Conservación"). Esta labor la desarrolla la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía)



La delimitación territorial de los HIC constituye una labor compleja en un territorio amplio y biodiverso como es Andalucía. Cada uno de ellos engloba una casuística peculiar, donde no siempre es fácil trasladar la definición del HIC al territorio, configurar su relación con la fitosociología o detectarlos con base en la fotointerpretación, principal herramienta disponible, en la que ya se trabaja a escalas entre 1:10.000 y 1:5.000.

Tomando como referencia la propuesta enviada en abril de 2013 para el informe sexenal 2007-2012, en aplicación del Artículo 17 de la Directiva, la información sobre distribución de los HIC se actualiza de forma continua gracias a los procesos de gestión y a trabajos específicos. Esta propuesta, además de ser la base para la gestión de la Red Natura 2000, constituye la información que ha de ser tenida en cuenta en todos los proyectos que impliquen procedimiento de evaluación ambiental en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La propuesta actualizada de HICs en Andalucía establece 72 Hábitats de Interés que, habiéndose definido subclases en aras de una mejor comprensión y gestión de los mismos, generan un total de 105 capas de información espacial publicadas, a las que hay que sumar la capa única regional que las reúne a todas.

Se mantiene un registro histórico de versiones de los HICs en Andalucía que sirve para mostrar la evolución del conocimiento sobre esta cuestión. En dicho registro histórico se encuentran la Comunicación para la elaboración del Inventario Nacional de Hábitats de 1997, la Publicación de 2010 basada en la Cartografía de Vegetación a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía 1996-2006, la de 2013 para el Informe Sexenal 2007-2012 que da cumplimiento a la directiva 92/43, y, a partir de 2015, una versión consolidada a final de cada año.

Dada la ubicación de la zona de estudio, los hábitats a considerar serán fundamentalmente los englobados en el grupo 1 de los hábitats terrestres, denominado *Hábitats costeros y vegetación halofítica*, y el grupo 2, *Dunas marítimas y continentales*.

La alta concentración de sales es la característica común de los Hábitats del Grupo 1, y precisamente por este motivo, los organismos que forman parte de ellos han desarrollado mecanismos de adaptación que les permiten vivir en medios tan restrictivos. Al estrés producido por la salinidad se suma que suelen estar sometidos a un fuerte efecto de la insolación, la aridez, el viento o la baja presencia de nutrientes.

La flora y fauna propia de estos ambientes está adaptada a la zona de transición entre el medio acuático, con diferente grado de salinidad, y el medio terrestre, lo que supone una gran diversidad biológica y a la vez un elevado grado de adaptación. En estos medios salinos las plantas transforman su fisiología y aspecto, disminuyendo su tasa de crecimiento y presentando frecuentemente hojas pequeñas, tallos u hojas engrosados o pelos y glándulas que les permiten eliminar el efecto de las sales en su organismo.

Por lo que se refiere a los hábitats del grupo 2, los sistemas dunares, clasificados por la Directiva Hábitat de la Unión Europea como Dunas Marítimas y Continentales, son hábitats muy ligados al medio físico que requieren de unas condiciones morfológicas y eólicas muy específicas: un aporte cercano de arenas y materiales, generalmente provenientes de la desembocadura de un río, la existencia de agentes que lleven estos materiales hacia la costa, como el oleaje y las corrientes marinas, y la presencia de vientos con la fuerza y constancia para dar lugar a la acumulación de las arenas tierra adentro.

La distribución y equilibrio cíclico de estos hábitats están muy ligados a la interrelación arena-viento-vegetación, condicionada a su vez por la distancia a la costa. Estos factores, entre otros, dan lugar a los diferentes tipos de dunas, propiciando su colonización por distintos tipos de plantas.

Los Hábitats de Interés Comunitario presentes en el entorno de la zona de estudio son los que se indican a continuación:



Hábitat de Interés Comunitario no prioritario 1210

Caracterizado por comunidades de plantas anuales adaptadas a la salinidad y a los aportes de materiales nitrogenados (halonitrófilas) que colonizan las zonas de playas donde el oleaje deposita restos orgánicos, fundamentalmente de origen vegetal.

Se desarrollan por tanto sobre sustratos arenosos o guijarrosos, que son colonizados por plantas adaptadas a sustancias nitrogenadas procedentes de la descomposición de restos orgánicos procedentes fundamentalmente de algas y fanerógamas subacuáticas, que además son tolerantes a las elevadas concentraciones de sales procedentes de la evaporación del agua salada y de los propios tejidos vegetales descompuestos.



Figura 5.21 – Distribución del HIC 1210 en el entorno de la zona de estudio

Hábitat de Interés Comunitario prioritario para Andalucía 1230

Constituido por acantilados ubicados en primera línea de costa de carácter abrupto y paredes verticales en los que el efecto del viento marino rico en sales y aerosoles y salpicaduras marinas ejercen su influencia sobre la vegetación que allí se desarrolla.

Ésta es de tipo rupícola aerohalino, y en ella destacan especies como el arbusto *Crithmum maritimum*, plantas perennes de hoja ancha y gramíneas. Este hábitat resulta de gran importancia para la reproducción de algunas especies de aves marinas.

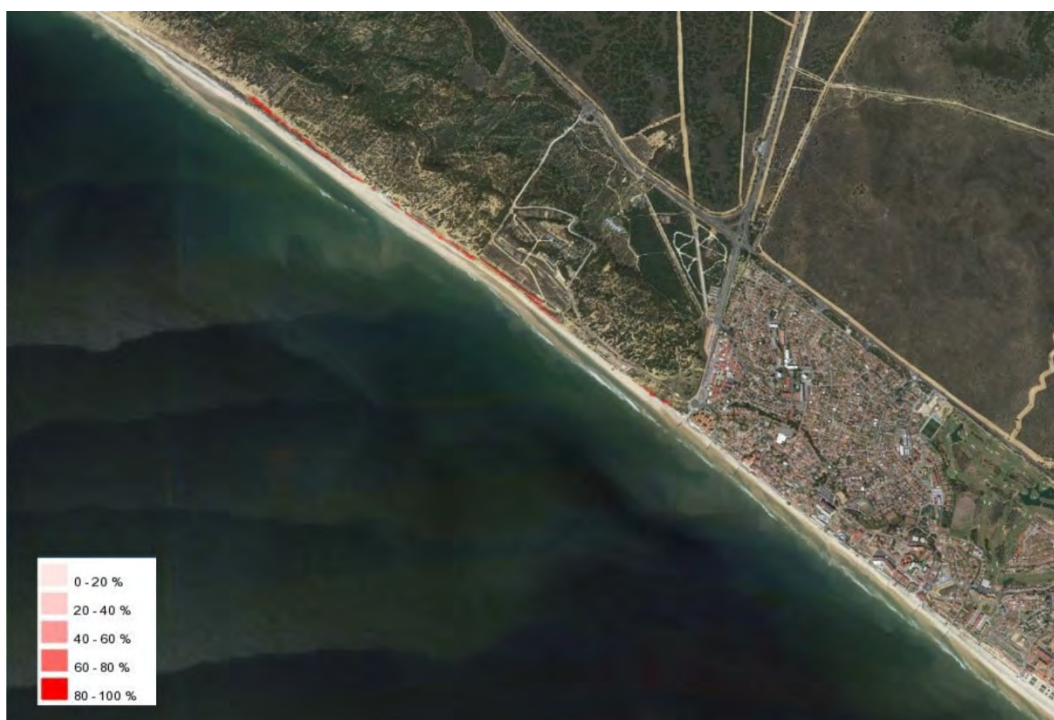


Figura 5.22 – Distribución del HIC 1230 en el entorno de la zona de estudio

Hábitat de Interés Comunitario prioritario para Andalucía 2120

Constituido por acumulaciones grandes y móviles de arena que constituyen el primer cordón dunar (dunas blancas) en las costas tanto atlánticas como mediterráneas, siendo la etapa previa a la fijación de las dunas. Se desarrollan a cierta distancia de la orilla, donde el equilibrio entre la fuerza del viento y el peso y rozamiento de la arena es el adecuado para que se produzcan estos montículos. En ellas la acumulación de materia orgánica es incipiente.

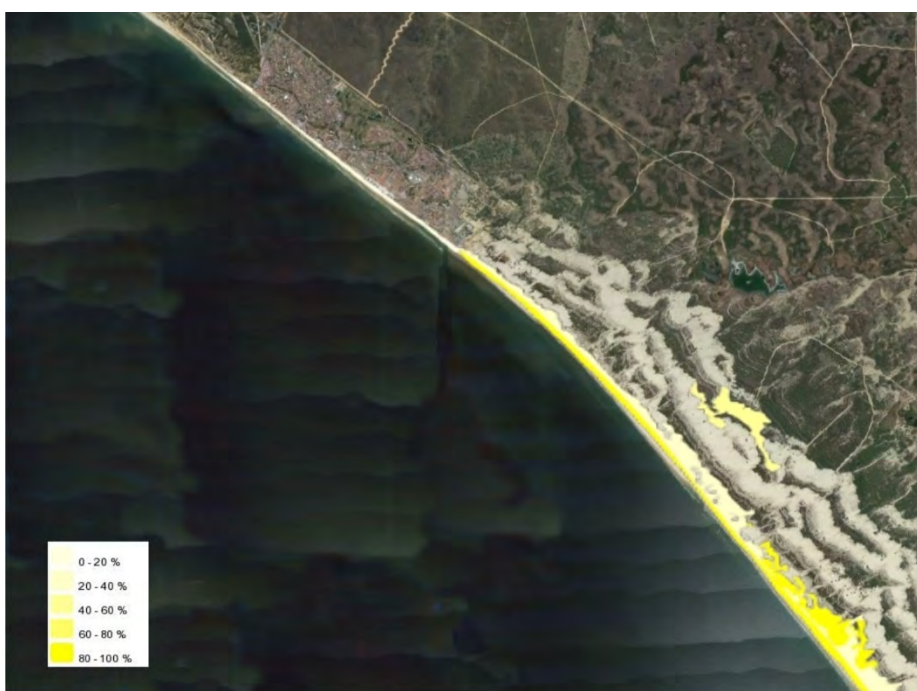


Figura 5.23 – Distribución del HIC 2120 en el entorno de la zona de estudio

Hábitat de Interés Comunitario prioritario 2270

Se trata de dunas estabilizadas del interior del sistema dunar, cubiertas con vegetación madura de porte arbóreo dominada por pinos, como *Pinus pinea*, *P. pinaster* o *P. halepensis*, a menudo procedente de repoblaciones antiguas.



Figura 5.24 – Distribución del HIC 2270 en el entorno de la zona de estudio

5.11 Fauna

La legislación relativa a fauna es variada y en ocasiones compleja por la multiplicidad de revisiones efectuadas y dispersión de las fuentes. No obstante, la revisión de varios textos legales internacionales, nacionales y autonómicos se hace necesaria para un adecuado cumplimiento de la normativa relativa a impacto ambiental y las correspondientes normativas sectoriales relativas a fauna. Así, respecto a la normativa europea, hay que considerar la Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril, que se refiere a la Protección de las Especies de Aves que viven en territorio europeo.

La Directiva 91/244/CEE modifica la anterior y alguno de sus anexos. En ella se establecen limitaciones sobre las acciones que afectan a dichas especies, así como a sus nidos, huevos y hábitats, o a su explotación, como la caza y la comercialización entre otras.

La Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres sustituye a la Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril de 1979 (denominada más comúnmente como la Directiva «Aves») que era el texto legislativo más antiguo de la UE relativo a la naturaleza.

Sin embargo, las modificaciones introducidas afectan básicamente a la forma. La Directiva «Aves» estableció por primera vez un régimen general para la protección de todas las especies de aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio de la Unión. Reconoció asimismo que las aves



silvestres, que comprenden un gran número de aves migratorias, constituyen un patrimonio común a los Estados miembros de la UE y que para que su conservación sea eficaz, es necesaria una cooperación a escala mundial.

Según esta nueva Directiva los Estados miembros de la Unión Europea (UE) deben adoptar medidas para garantizar la conservación y regular la explotación de las aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio europeo, para mantener o adaptar su población a niveles satisfactorios. En este sentido, la desaparición de los hábitats o su deterioro representa una amenaza para la conservación de las aves silvestres. Por ello, es esencial protegerlos.

Para preservar, mantener o reestablecer los biotopos y los hábitats de las aves, los Estados deben designar zonas de protección, mantener y ordenar los hábitats de acuerdo con los imperativos ecológicos y restablecer los biotopos destruidos y crear otros nuevos.

La Directiva 92/43/CEE, de 14 de abril relativa a la Conservación de los Hábitat Naturales y de la Flora y la Fauna Silvestre, es más reciente y está adaptada y amparada en todo el territorio nacional por el R.D. 1997/1995, de 7 de abril, modificado por el R.D. 1193/1998, de 12 de junio. La finalidad común a todos ellos es la de establecer medidas para garantizar la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres.

Además de este objetivo general, la Directiva pretende evitar daños graves al ganado, a los cultivos, a los bosques, a las aguas y a las pesquerías. Para la consecución de tales fines, el R.D. 1193/1998, adaptación de la Directiva de Hábitats, recoge en el Anexo I los hábitats de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación, y en el Anexo II la relación de especies o subespecies de interés comunitario, para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y, en su seno, el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Dicho catálogo recoge el listado de especies, subespecies o poblaciones de la flora y fauna silvestres que requieren medidas específicas de protección. En posteriores modificaciones al catálogo inicial, las especies y subespecies quedan catalogadas en dos categorías: “en peligro de extinción” y “vulnerables”.

La Ley 41/1989 (actualmente derogada por Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad) habilitaba a las comunidades autónomas a publicar sus propios catálogos regionales.

Tal como se ha indicado en el apartado anterior, todas las especies que se encuentran en las categorías de Extintas, En peligro de extinción o Vulnerable son las que conforman el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

En la actualidad el Catálogo recoge 587 taxones, la mayoría de ellos vertebrados terrestres (principalmente aves) y plantas superiores. Requiere la continua revisión para la inclusión o exclusión de nuevos taxones y las modificaciones de la clasificación de otros; para ello se recurre a los resultados de recientes estudios sobre el estado de la conservación de la flora y fauna andaluza y a los censos y seguimientos de gran variedad de grupos y especies vegetales y animales, promovidos desde distintos programas desarrollados por la Consejería competente.

El Listado y Catálogo de Fauna Amenazada de Andalucía se conforma con las especies que forman parte del Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas aprobado por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero con modificaciones incluidas en el Anexo X del Decreto 23/2012. Para la elaboración de la siguiente información divulgativa y con carácter informativo, en base a las diferentes fuentes consultadas se han incluido las especies de fauna con presencia regular, en paso u ocasional en Andalucía.



5.11.1. Fauna en la zona de estudio

La fauna presente en el entorno de la zona de estudio es fundamentalmente la presente en la superficie ocupada por el Parque Nacional y el Parque Natural de Doñana, en la se encuentran catalogadas 17 especies de peces de agua dulce, 11 de anfibios, 22 de reptiles, 37 de mamíferos no marinos y más de 350 aves, de las que 152 se reproducen habitualmente en el Parque.

Dentro de las especies de peces que se pueden encontrar en Doñana destacan: anguila (*Anguilla anguilla*), salinete (*Aphanius baeticus*), barbo común (*Barbus bocagei*), colmilleja (*Cobitis paludica*), carpa (*Cyprinus carpio*), fúndulo (*Fundulus heteroclitus*), gambusia (*Gambusia holbrooki*), pez sol (*Lepomis gibbosus*) o black bass (*Micropterus salmoides*), muchas de ellas catalogadas como especies invasoras.

Uno de los peces más notables es el salinete o fartet andaluz (*Aphanius baeticus*), que ha sido descrito en 2002 y sólo vive en algunas localidades de Huelva, Sevilla y Cádiz. Está gravemente amenazado, por lo que se considera en "Peligro Crítico" de extinción, siendo la población del Parque Nacional de importancia vital para su conservación.

Doñana es, en el contexto peninsular, un área importante para los anfibios por la cantidad y diversidad de humedales que conserva. Estos humedales, en su mayor parte temporales, como son las charcas efímeras, lagunas temporales o semipermanentes, caños, arroyos y marismas estacionales, posibilitan la existencia de 11 especies de anfibios: 3 urodelos y 8 anuros.

Dentro de los reptiles que se pueden encontrar en Doñana destacan por su abundancia: galápago leproso (*Mauremys leprosa*), lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), lagartija colilarga (*Psammmodromus algirus*), camaleón (*Chamaeleo chamaeleon*), culebra viperina (*Natrix maura*), culebra de collar (*Natrix natrix*), víbora hocicuda (*Vipera latasti*), tortuga mora (*Testudo graeca*) y así como 4 especies de tortugas marinas, dos que migran habitualmente frente a las costas de Doñana y otras dos que parecen ser sólo visitantes esporádicas.

La población de tortugas moras (*Testudo graeca*) del Parque Nacional de Doñana es una de las poblaciones importantes existentes en la Península Ibérica, ya que la especie está considerada en peligro de extinción a nivel nacional.

Doñana es el humedal más importante de España, y uno de los más relevantes de Europa, de interés extraordinario para la reproducción, invernada y paso de gran número de aves, calculado en unos 6 millones de individuos. La marisma es el mayor ecosistema en extensión del Parque, y el que otorga a este espacio una personalidad inconfundible. Es una zona húmeda de extraordinaria importancia como lugar de paso, cría e invernada para las aves europeas y africanas.

Entre otras especies vinculadas a la marisma, se encuentran aves como el martinete común (*Nycticorax nycticorax*), avetoro común (*Botaurus stellaris*), focha común (*Fulica atra*), focha cornuda (*Aulica cristata*), calamón (*Porphyrio porphyrio*), garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), garceta común (*Egretta garzetta*), garza imperial (*Ardea purpurea*), garza real (*Ardea cinerea*), cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), cigüeña negra (*Ciconia nigra*), espátula común (*Platalea leucorodia*), flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), que cría ocasionalmente, y el morito común (*Plegadis falcinellus*), que tiene en Doñana uno de los pocos lugares de reproducción en España.

También las anátidas tienen una notable representación en Doñana, tanto en número de especies como de individuos (más de 400.000 en la época de invernada): ánsar común (*Anser anser*), tarro blanco (*Tadorna tadorna*), silbón europeo (*Anas penélope*), ánade friso (*Anas strepera*), cerceta común (*Anas crecca*), cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), cerceta carretona (*Anas querquedula*), ánade rabudo (*Anas acuta*), pato cuchara (*Anas clypeata*), ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), pato colorado (*Netta rufina*), porrón europeo (*Aythya ferina*), porrón pardo (*Aythya nyroca*) y malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*).



En la parte más forestal se encuentra una gran variedad de rapaces, dentro de la cuales destacan el aguilucho laguero (*Circus aeruginosus*), ratonero (*Buteo buteo*), águila imperial (*Aquila adalberti*), buitre negro (*Aegypus monachus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), águila culebrera (*Circaetus gallicus*), águila calzada (*Hieraaetus pennatus*), búho real (*Bubo bubo*), lechuza común (*Tyto alba*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), elanio azul (*Elanus caeruleus*), cernícalo primilla (*Falco naumanni*), cernícalo común (*Falco tinnunculus*), milano negro (*Milvus migrans*), milano real (*Milvus milvus*).

Además de las mencionadas especies hay también una gran variedad de aves de pequeño y mediano tamaño como martín pescador (*Alcedo atthis*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*), carricerín común (*Acrocephalus shoenobaenus*), vencejo común (*Apus apus*), vencejo pálido (*Apus pallidus*), agateador común (*Certhia brachydactyla*), rabilargo (*Cyanopica cyana*), avión común (*Delichon urbica*), pico picapinos (*Dendrocopos major*), petirrojo (*Erithacus rubecula*), zarcero común (*Hippolais polyglotta*), golondrina común (*Hirundo rustica*), alcaudón común (*Lanius senator*), pito real (*Picus viridis*).

Dentro de los mamíferos que se encuentran en Doñana están los siguientes: ciervo (*Cervus elaphus*), gamo (*Dama dama*), jabalí (*Sus scrofa*), conejo (*Oryctogalus cuniculus*), erizo europeo (*Erinaceus europaeus*), gineta (*Genetta genetta*), gato montés (*Felis silvestris*), lince ibérico (*Lynx pardinus*), lirón careto (*Eliomys quercinus*), meloncillo (*Herpestes ichneumon*), murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*), murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*), musaraña (*Crocidura russula*), nutria (*Lutra lutra*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), turón (*Mustela putorius*), zorro (*Vulpes vulpes*), tejón (*Meles meles*), rata de agua (*Arvicola sapidus*), rata negra (*Rattus rattus*), nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*).

Algunas de estas especies se encuentran seriamente amenazadas por la transformación de sus hábitats y la fuerte presión antrópica. A continuación se analizan brevemente las principales especies catalogadas como en peligro de extinción, así como los planes y programas para su recuperación.

Lince ibérico (*Lynx pardinus*)

El lince Ibérico es el felino más amenazado del planeta. Restringido a la Península Ibérica, la drástica disminución de ejemplares ha llevado a que sea declarada especie protegida (1966) y a que sólo existan colonias de lince en los Parques Naturales de Sierra de Andújar y Cardeña, Montoro, y en Doñana y su entorno pues las otras colonias peninsulares se estiman desaparecidas. Según el último censo completo para el ámbito de Doñana, correspondiente a 2017, la población de lince ibérico silvestre concentrada en la zona de Doñana-Aljarafe parece haberse estabilizado en torno a los 70/75 ejemplares, situación que podría revertirse si mejoran las densidades de conejo ya que se mantiene un gran número de hembras reproductoras.

En la Tabla 5.15 se muestra la evolución del censo en los últimos años.

AÑO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total	41	40	42	44	43	48	53	66	78	86	88	93	80	76	74	85
H. Territorial	9	9	11	14	10	11	14	18	17	19	25	25	23	26	24	24
Cachorros	12	10	11	10	13	12	18	20	23	20	26	24	17	17	16	24
Superficie			174	245	307	249	335	412	445	591	556	518	594	681	685	698

Tabla 5.15 – Evolución de la población de lince ibérico en la zona de Doñana-Aljarafe

En la Figura 5.25 se recoge la representación gráfica de los datos de población del lince ibérico y su evolución.

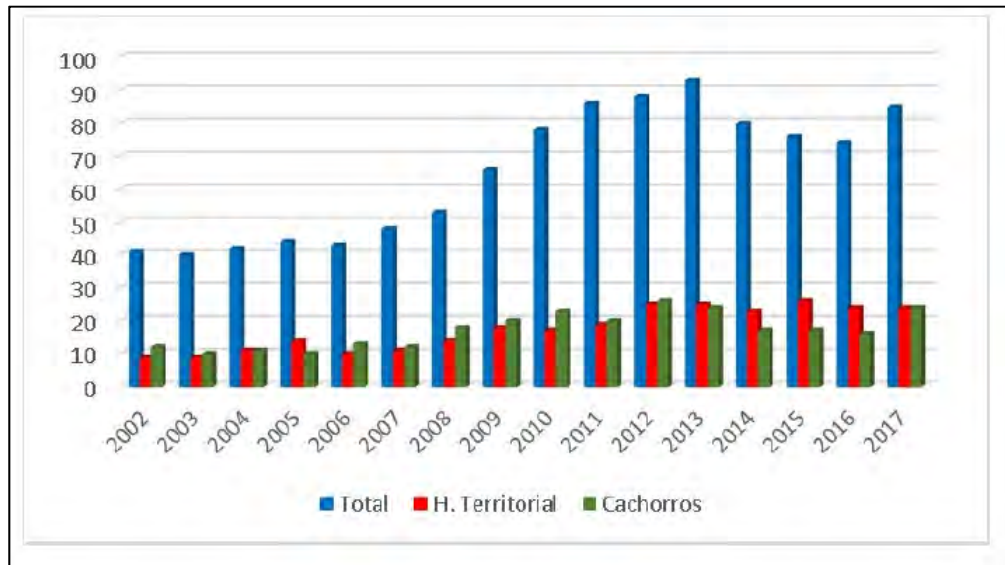


Figura 5.25 – Evolución de la población de lince ibérico en la zona de Doñana-Aljarafe

Las principales actuaciones que se encargan de potenciar la especie son las siguientes:

- Proyecto LIFE Lince. Es un proyecto promovido por la Unión Europea y cofinanciado a través de fondos europeos destinados a la conservación y protección del medio ambiente. El objetivo final es reducir el riesgo de extinción de la especie aumentando tanto el tamaño poblacional como el número de poblaciones.
- Programa de conservación “ex-situ”. Integrado en la Estrategia Nacional para la Conservación del Lince Ibérico, es un programa de cría en cautividad cuya meta principal es la de proporcionar un número suficiente de animales sanos para ayudar a restaurar la especie en la naturaleza.
- Pacto andaluz por el lince (2002) y Pacto Ibérico por el Lince, acuerdo firmado entre el Gobierno de España, Portugal y los de las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha y Extremadura para preservar, fomentar y tratar de evitar la extinción del lince ibérico.
- Centro de cría de El Acebuche. Se encuentra situado en Doñana y desarrolla un programa de cría en cautividad.

Águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*)

El águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) se halla desde 1990 incluida en la categoría “En Peligro de Extinción” del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, BOE 82 de 5 de abril de 1990). Con tal motivo y de acuerdo a lo estipulado en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (BOE de 28 de marzo de 1989), las cinco Comunidades Autónomas donde habita (Andalucía, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura y Madrid) comenzaron actuaciones conjuntas para la conservación de la especie.

La población mundial de águila imperial se estima en poco más de 200 parejas, lo que la convierte en una de las aves más amenazadas del planeta, encontrándose 55 de ellas en Andalucía. Dentro de las actuaciones para su conservación destacan:

- Centro de cría en cautividad. Se inauguró en mayo de 2006. La finalidad es la cría en cautividad de individuos para su posterior liberación en el medio.



- Programa de conservación del águila imperial ibérica. Incluye actuaciones sobre el hábitat con medidas de protección y mejora (fomento de las poblaciones de conejo y alimentación suplementaria), acciones destinadas a reducir las causas de mortalidad no natural y campañas de divulgación y sensibilización. Asimismo pretende lograr la creación de nuevos núcleos reproductores en zonas ocupadas antiguamente por la especie.

Buitre negro (*Aegypius monachus*)

Según UICN el buitre negro se considera a escala mundial dentro de la categoría "No amenazado". En Europa está considerada "Rara" e incluida en la categoría SPEC 1 (BirdLife International, 2004), debido a que sus poblaciones requieren medidas de conservación a nivel global. En España, dentro del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/1990), el buitre negro queda incluido como especie de "Interés Especial". El nuevo Libro Rojo de las Aves de España lo considera a escala nacional como "Vulnerable" (Sánchez et al., 2004).

En el marco del Programa de Conservación y Gestión de Especies Necrófagas, destacan las actuaciones de seguimiento, evaluación y mejora de hábitats de especies emblemáticas entre las que se incluye el buitre negro:

- Programa de actuaciones para la conservación del buitre negro. Cofinanciado con fondos europeos, se inició en 2002, con 210 parejas reproductoras en Andalucía, y las cifras han ido aumentando cada año, hasta lograr en 2010 pasar de la categoría de "en peligro" a la de "vulnerable" en la Lista Roja de la UICN.

5.12 Paisaje

5.12.1. Introducción y conceptos básicos generales

El paisaje se va perfilando como un elemento cada vez más importante en los procedimientos de evaluación. El Convenio Europeo de Paisaje es rotundo y se compromete a "establecer procedimientos de participación pública... en la concepción y la realización de las políticas de paisaje". El contexto en el que se inscribe esta perspectiva es claro: las nuevas tecnologías, la nueva economía, los nuevos movimientos sociales, y las nuevas generaciones de derechos.

Existen, por otra parte, algunos ejercicios que son objeto de trabajos aplicados y que tienen una importante utilidad en los procesos de evaluación. Algunas herramientas diseñadas permiten objetivar algunas prácticas, y por consiguiente estar al servicio de la evaluación. Esta es una de las utilidades que tiene el Sistema Compartido de Información sobre el Paisaje de Andalucía (SCIPA) y está al servicio de los procesos de trabajo que requieran este tipo de herramientas.

El Sistema Compartido de Información de Paisaje de Andalucía (SCIPA) se establece por la Estrategia del Paisaje de Andalucía con el fin de "hacer posible la ejecución, evaluación y seguimiento de la Estrategia, y de forma general, de todas las actuaciones que afecten al paisaje". Su fin es organizar y sistematizar los datos e información relativa al paisaje en Andalucía para que esté a disposición de las administraciones, los expertos y la ciudadanía. El SCIPA pretende ser el instrumento básico para identificar, proteger, gestionar y ordenar el paisaje, a la vez que fomentar el acceso, conocimiento y sensibilización de la sociedad respecto a los valores paisajísticos de su territorio. En definitiva, el objetivo no es otro que hacer posible la gestión del paisaje desde un punto de vista integral y holístico, sirviendo de herramienta a todos los actores públicos o privados que actúan en él.

También deben contribuir a los procesos de evaluación los avances producidos en indicadores usados en diversos documentos que aportan una visión sintética: los índices de riqueza, diversidad y naturalidad paisajística. Estos índices se basan en las diversas unidades fisionómicas establecidas.



- **Riqueza.** La riqueza paisajística alude al número de tipos distintos de unidades fisionómicas presentes en un determinado ámbito. La riqueza de un paisaje viene expresada por el número total de unidades fisionómicas que comprende, independientemente de su naturalidad, número o distribución geográfica (a más tipos mayor riqueza). Por tanto, evalúa la riqueza desde un punto de vista cuantitativo y no cualitativo. Para su estudio se usan los espacios que engloban cada uno de los ámbitos paisajísticos, computados globalmente como unidad, registrándose cada ocasión donde aparece o desaparece alguna unidad fisionómica. Este indicador señala los cambios en pérdidas y ganancias en términos absolutos. Cuando un ámbito paisajístico se clasifica como "estable" puede significar dos cosas: que no haya habido ningún cambio entre las unidades fisionómicas que lo constituyen, o que se haya ganado y perdido el mismo número de unidades fisionómicas, devolviendo así el balance a cero, aunque en realidad haya habido movimientos en cuanto a dinámica paisajística. Es ciertamente un indicador de base, que no puede valorarse por sí solo.
- **Diversidad.** La diversidad paisajística combina la riqueza de las unidades fisionómicas con su patrón de distribución espacial. Así, los ámbitos más diversos son los que tienen mayor número de unidades fisionómicas (riqueza) y, al mismo tiempo, presentan un reparto más equilibrado de las mismas en su territorio. De esta manera se puede encontrar un paisaje natural constituido por vastas extensiones de encinas, cuya diversidad paisajística sea equivalente al de los campos de cereal de una zona puramente agrícola. Los mayores valores de este índice se encuentran en zonas que, por un motivo u otro, están constituidas por paisajes en mosaicos, donde la distribución de las unidades fisionómicas es diversa en parcelas irregulares, tanto en su forma como distribución, y de pequeño tamaño. Es en este sentido donde la vegetación de ribera y setos de vegetación asociada a linderos y caminos cobra interés especial por su gran efecto paisajístico, en relación a la escasa proporción de áreas que ocupan en el territorio. Factores como la quema de rastrojos, la mecanización de los cultivos y la roturación extendida incluso a áreas cuyos costes de producción son mayores que los beneficios obtenidos, ha dado lugar a la homogenización progresiva del paisaje en ámbitos agrícolas. Sin embargo, la situación actual de prescripción de la quema de rastrojos posibilita la oportunidad de mejorar dichos paisajes, dando la oportunidad a la regeneración y restauración de linderos, riberas y bosques-isla, no sólo valiosos a la hora de romper la severidad de los paisajes extensivamente agrícolas, sino también para frenar la pérdida de suelo en áreas de mucha pendiente, o arroyos que forman cárcavas cuando carecen de vegetación.
- **Naturalidad.** La naturalidad de un paisaje se define como el grado de ocupación del terreno de las unidades fisionómicas clasificadas como naturales. Dentro de este mismo grupo existen unidades más o menos naturales, como puede ser el caso de los eucaliptares que, a pesar de ser formaciones arbóreas desde un punto de vista paisajístico, son también cultivos forestales, con un aspecto más o menos naturalizado, en ocasiones incluso mezclado con especies arbóreas, cuya naturalidad no presenta duda. Esta variable es muy significativa a la hora de valorar la tendencia de los cambios paisajísticos, ya que representa el porcentaje de superficie dentro de cada uno de los ámbitos en relación a su naturalidad.

A partir de un mapa geomorfológico, un mapa de usos y coberturas vegetales e imágenes de satélite, se identifican grandes categorías paisajísticas. La división del paisaje andaluz en grandes categorías permite tener un marco de referencia sintético. Las categorías identificadas en el territorio andaluz son serranías, campiñas, altiplanos y subdesiertos esteparios, valles, vegas y marismas, litoral y ciudades y áreas muy alteradas.

Las áreas paisajísticas son el resultado de la subdivisión de las categorías, las cuales se desagregan en 19 áreas paisajísticas, que marcan transiciones entre categorías o situaciones geográficas que dan improntas morfológicas, de cubiertas vegetales o de utilización del territorio a estas áreas. Así, en el



área litoral, se distinguen costas bajas y arenosas, costas con campiñas costeras, costas con piedemonte, costas con sierras litorales y costas mixtas.

Finalmente, combinando la interpretación de imágenes de satélite con criterios de observación, (como homogeneidad de colores, texturas y estructuras) y junto a criterios vinculados a aspectos socioculturales y de ordenación del territorio, cada una de estas áreas se desagrega en entidades de menor tamaño denominadas ámbitos. Y en cada uno de estos ámbitos pueden existir diferentes unidades fisionómicas de paisaje.

5.12.2. Inventarios paisajísticos

Los Inventarios paisajísticos de los distintos dominios territoriales de Andalucía constituyen una tarea básica para la realización de los Catálogos de Paisaje. Comprenden la identificación y caracterización inicial de los recursos paisajísticos presentes en los citados dominios territoriales, posibilitando la generación de las bases de datos que finalmente se integran en el SCIPA.

Hasta el momento se han realizado dos Inventarios, correspondiendo a los dominios territoriales de Sierra Morena y litoral. Actualmente se está completando un tercer estudio centrado en el Arco Atlántico.

El primer Inventario realizado sobre la Sierra Morena andaluza sentó las bases metodológicas para la realización de los siguientes trabajos de investigación que progresivamente completarán la totalidad del territorio regional. Estos trabajos se constituyen en una referencia básica para el desarrollo de los posteriores procesos de identificación, caracterización y cualificación paisajística de los Catálogos de Paisaje. en los que se incorporan los aspectos relativos a la representación y percepción. Los inventarios reconocen tipos y áreas paisajísticas a dos escalas espaciales (subregional y comarcal), a través de una clasificación que considera un amplio conjunto de variables tanto de índole natural o ambiental como de carácter humano, histórico, cultural y perceptivas.

Inventario del litoral

Los resultados de este trabajo se han recogido en la publicación “Sistema Compartido de Información sobre el paisaje de Andalucía. Aplicación al litoral” y en él se recogen fichas de caracterización del inventario con información relativa a los procesos históricos y actuales de ruralización del litoral, y sobre las formas paisajísticas generadas. Entre las fichas que se incluyen en el inventario del litoral, se encuentra la Ficha del paisaje LIT 03, correspondiente a Matalascañas-Costa de Doñana, en la que se realiza una caracterización paisajística de la zona de ubicación del proyecto de regeneración. La valoración paisajística del entorno de la zona de estudio es la que se resume en el apartado siguiente.

5.12.3. Caracterización paisajística de la zona de estudio

El litoral oriental onubense, hasta la desembocadura del Guadalquivir, es la más prolongada franja costera andaluza, casi totalmente libre de implantaciones urbanas, especialmente en el tramo del Parque Natural de Doñana. Desde el punto de vista natural, este tramo de litoral es el prototipo de costa baja y arenosa, con playas extensas y formaciones de dunas que sirven de cierre a las marismas del Guadalquivir. Se trata de un paisaje muy dinámico y cambiante, en el cual la acción del viento y del mar resultan decisivas en los fenómenos, de erosión, sedimentación y modelado de los depósitos arenosos.

En la visión panorámica de la zona, indicada en la figura 5.26, se aprecian en primer plano antiguas casas de pescadores locales al comienzo de la playa de Matalascañas, sobre unas dunas litorales que se constituyen en el límite meridional del Parque Nacional de Doñana. La extensión y buena conservación de su vegetación halófila herbácea y arbustiva señalan el fuerte carácter de dominante natural de los paisajes de la Costa de Doñana, espacios en los que se localizan los más importantes

humedales de Europa y que se distribuyen tanto en el mencionado Parque Nacional como en el Parque Natural que lo rodea.

El plano medio se corresponde con el núcleo urbano de Matalascañas, creado durante los años 60 del siglo XX para dinamizar la economía local a través del sector turístico. Finalmente, en la parte más alejada de la imagen, se pueden apreciar las primeras dunas fósiles que conforman el frente costero entre los núcleos onubenses de Matalascañas y Mazagón.

La creación reciente de estos terrenos, desde el punto de vista geológico, se relaciona directamente con los procesos de relleno y colmatación del paleoestuario del Guadalquivir durante el Pleistoceno y Holoceno, cuando se forman flechas y barras litorales que cierran la bahía, que con el paso del tiempo se transforma en la actual marisma gracias al aporte de materiales procedentes del Guadalquivir. En toda esta área existe además una elevada diversidad geomorfológica que va desde las playas, sistemas dunares litorales y acantilados, a coberteras detríticas y depósitos de pie de monte, lomas y llanuras, marismas fluviales y sistemas endorreicos, vegas y terrazas, zonas húmedas litorales y marismas mareales, así como espacios construidos fruto de la acción humana.



Figura 5.26 – Panorámica señalada en la playa de Matalascañas (Fuente: Sistema Compartido de Información sobre el paisaje de Andalucía. Aplicación al litoral)

Las principales unidades paisajísticas del entorno son las siguientes:

- Acantilados entre Matalascañas y Mazagón. En este sector costero se encuentran los acantilados del Asperillo, declarados Monumento Natural por la Junta de Andalucía en 2001. Se trata de una formación geológica elevada que se compone fundamentalmente de arenas eólicas, aluviales y materia orgánica (dunas fósiles) y que han sido modeladas por la acción erosiva del mar y el viento. A sus pies se encuentran las playas de Castilla, Arenosillo, Médano del Loro, Asperillo, Mata del Difunto y Torre de la Higuera, de elevado valor paisajístico por sus características ambientales y el destacado atractivo turístico que en ella se desarrolla gracias, entre otras razones, a la gran extensión de sus playas de arena blanca, la calidad de



sus aguas y la proximidad a destacados centros urbanos regionales como Huelva y, fundamentalmente, Sevilla.

- Núcleo urbano. Situada entre los Parques Nacional y Natural de Doñana, en el término de Almonte, el núcleo de Matalascañas posee una playa de 5,5 km. de longitud de fina arena blanca. La Torre de la Higuera, su hito más representativo, es una antigua torre almenara construida en el siglo XVI que formaba parte del sistema defensivo costero de la costa de Andalucía frente a las incursiones berberiscas y cuya edificación se mantuvo en pie hasta el terremoto y posterior maremoto de Lisboa en el año 1755. El desarrollo urbano del núcleo se inició en las décadas de los años 60 del siglo XX, siendo declarada en 1968 Centro de Interés Turístico Nacional por el Ministerio de Información y Turismo. Desde entonces ha sufrido grandes transformaciones, siendo actualmente un destacado lugar de veraneo de la costa onubense, con un modelo basado principalmente en la segunda residencia y en el alquiler de apartamentos. Aunque inicialmente se planteó un urbanismo no densificado, la administración local terminó propiciando el desarrollo de edificaciones en altura y modelos más densos en ciertas partes de la localidad. Su situación entre los espacios naturales protegidos de los Parques Natural y Nacional de Doñana limita su conectividad con otros espacios costeros onubenses.
- Playas. Al sureste del núcleo turístico se extiende una franja de costa que conforma el límite meridional del Parque Nacional de Doñana. Se encuadran aquí las playas de Matalascañas, Inglesito y Malandar, todas de dominante claramente natural y cuyas aguas se encuentran dentro de la zona de protección del mar litoral, donde aún puede verse a mariscadores locales dedicados a la recogida de la coquina mediante el método de rastro artesanal, permitido bajo ciertas condiciones por el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque.

5.13 Espacios naturales de la Red Natura 2000

La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (o Directiva Hábitats) crea en 1992 la Red Natura 2000, bajo los siguientes criterios:

“Se crea una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada ‘Natura 2000’. Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural” (artículo 3.1, Directiva Hábitats)

La Red Natura 2000 está vinculada asimismo a la Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres, o Directiva Aves, al incluir también los lugares para la protección de las aves y sus hábitats declarados en aplicación de esta Directiva.

El objetivo de la Red Natura 2000 es por tanto garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación.

La Red está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves.

Las Directivas Hábitats y Aves han sido transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico interno por medio de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que constituye el marco básico de la Red Natura 2000 en España.



Las principales áreas incluidas dentro de la Red Natura 2000 en el entorno de la zona de estudio son las que se muestran en la figura 5.27



Figura 5.27 – Espacios de la Red Natura 2000 en el entorno de la zona de estudio

5.13.1. ZEC Doñana (ES0000024)

El Decreto 493/2012, de 25 de septiembre, declara el LIC - ZEPA Doñana como ZEC de la Red Ecológica Europea Natura 2000.

Doñana es el máximo exponente de los sistemas húmedos de la costa del sur peninsular e incluso uno de los de mayor importancia a escala continental. Aquí coinciden las marismas de carácter mareal y fluvial junto con otros complejos terrestres tales como las playas, los cordones de dunas litorales, los arenales, las sabinas, alcornocales, grandes extensiones de pinares, etc. Cada uno de ellos posee, además de otras tantas aves acuáticas (anáde azulón, focha común, cigüeñas, gaviotas, charranes), el águila imperial, mamíferos de gran porte como el ciervo, el jabalí o el lince ibérico junto al tejón, la liebre, el conejo, el zorro, anfibios como el sapo o numerosos reptiles (culebras, lagartijas, tortugas...). Una calidad ambiental y un grado elevado de biodiversidad que ha confluído en la coincidencia de numerosas figuras de protección oficial, entre las que destacan el haber sido declarado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, ser Lugar de Importancia para las Aves, Zona de Especial Protección para las Aves, Reserva de la Biosfera o Sitio RAMSAR.



La marisma

La marisma es el mayor ecosistema en extensión del espacio, y el que le otorga una personalidad inconfundible. Es una zona húmeda de extraordinaria importancia como lugar de paso, cría e invernada de aves europeas y africanas. Se inunda gracias al aporte de algunos arroyos y a las aguas de lluvia, lo que hace que presente una estacionalidad muy marcada.

En otoño, la marisma se encharca con las primeras lluvias, y en invierno aparece como un lago poco profundo; en primavera, la superficie del agua se ve cubierta por las flores de los ranúnculos y grandes extensiones de castañuela y bayunco. En verano, la marisma es un desierto de arcilla rota y polvorienta.

A pesar de la ausencia de relieves significativos, pequeños desniveles condicionan la existencia de diversos hábitats en el ecosistema marismeño:

La marisma dulce, de altitud ligeramente por debajo de la media, concentra en años de lluvias normales una importante cantidad de agua, lo que hace que disminuya su salinidad y pueda crecer una vegetación palustre basada en la castañuela (*Scirpus maritimus*) y el bayunco (*Scirpus littoralis*). En las zonas más profundas aparecen algunas plantas acuáticas como *Ranunculus peltatus*, *R. tripartitus*, *Eleocharis palustris*, *Potamogeton trichioides*, *Elatine alsinastrum* y otras. Aquí encuentran alimento y refugio numerosas especies de aves: ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), cuchara europeo (*Anas clypeata*), ánade rabudo (*Anas acuta*), cerceta común (*Anas crecca*), focha común (*Fulica atra*), porrón común (*Aythya ferina*), malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), etc. Las larolímcolas incluyen avefría europea (*Vanellus vanellus*), chorlitejo chico (*Charadrius dubius*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), charrancito (*Sterna albifrons*) y fumarel cariblanco (*Chlidonias hybridus*). También se pueden observar grandes bandadas de flamencos (*Phoenicopterus ruber*) y ánsares comunes (*Anser anser*).

Lucio es el nombre local que se da a aquellos lugares más profundos que permanecen encharcados largos períodos. En ellos, la alta salinidad impide casi por completo el crecimiento de la vegetación, a excepción de bayunco, candilejo (*Juncus subulatus*) y castañuela en los bordes. Durante la sequía veraniega, estas láminas de agua quedan muy reducidas o completamente secas, mostrando un fondo cuarteado de limos arcillosos grises, cubiertos a veces de costras salinas blanquecinas.

El golfo que originaba la desembocadura del Guadalquivir estaba surcado por pequeños encauzamientos o por desviaciones temporales seguidas por el curso principal. Los caños son lo que antaño fueran cauces de arroyos, brazos y afluentes del río. Hoy están cubiertos de eneas (*Typha latifolia*) y carrizos (*Phragmites australis*), en los que se ocultan carpas (*Cyprinus carpio*), ranas (*Rana perezi*), gallipatos (*Pleurodeles waltl*), galápagos leprosos (*Mauremys leprosa*), galápagos europeos (*Emys orbicularis*), calamones comunes (*Porphyrio porphyrio*), avetorillos comunes (*Ixobrychus minutus*), martines pescadores (*Alcedo atthis*), etc.

La marisma alta permanece durante casi todo el año como una estepa arcillosa y compacta, encharcándose sólo superficialmente durante el invierno. Aquí viven plantas carnosas como el almajo salado (*Arthrocnemum macrostachyum*) y el almajo dulce (*Suaeda vera*), con una cohorte escasa de plantas herbáceas entre las que destacan *Plantago coronopus* y *Hordeum maritimum*, que suele crecer asociado a los pies del almajo, y nidifican grandes colonias de aves limícolas como cigüeñuelas (*Himantopus himantopus*), avocetas (*Recurvirostra avosetta*), alcaravanes (*Burhinus oedipnemus*), canasteras comunes (*Glareola pratincta*), etc.

Las vetas y vetones son terrenos que se elevan por encima del nivel medio, formando pequeñas islas que raramente se inundan. Son lugares de descanso y refugio durante las grandes inundaciones, y área de nidificación muy importante de larolímcolas, que forman grandes colonias, compuestas por cigüeñuelas comunes, avocetas comunes, canasteras comunes, chorlitejos patinegros, avefrías



europas, pagazas piconegras, charrancitos y gaviotas picofinas. A menudo era el lugar que escogían ganaderos, guardas y pescadores para instalar sus casas o chozas.

Los paciles son amplias superficies ligeramente más bajas que vetas y vetones, que se encharcan ocasionalmente, y en las que conviven almajos con otras plantas halófilas. Muchas especies animales establecen aquí sus territorios de cría, como la cigüeñuela común, la canastera común y el chorlitejo patinegro.

Los ojos de la marisma son suaves depresiones que nunca se secan, fuentes naturales por las que afloran aguas dulces. Aparecen en puntos cercanos a los bordes de la misma.

Las playas

Como compendio y origen de todo, la playa sigue recogiendo las arenas traídas por el mar y el viento, que hace 6.000 años cerraron el estuario del Guadalquivir, depositándose como bajos y flechas a lo largo de toda la costa. La intensa dinámica costera modifica incesantemente el perfil de las playas.

En las zonas más alejadas de las aguas, la vegetación se aferra a un suelo inestable y seco, formando pequeños obstáculos que serán el origen de las dunas vivas: alhelí de mar (*Malcomia littorea*), nardo marino (*Pancretium maritimum*), cardo marino (*Eryngium maritimum*), lechetrezna de mar (*Euphorbia paralias*). Sólo en su parte alta, más estable, aparece una vegetación característica con *Ammophila arenaria*, *Agropyrum junceum*, *Carex arenaria* y otras.

Sobre la plataforma marítima aparecen grandes bandos de gaviotas sombrías (*Larus fuscus*), que acompañan a las gaviotas patiamarillas (*Larus cachinnans*), gaviotas picofinas (*Larus genei*), y a los ostreros (*Haematopus ostralegus*), correlimos (*Calidris spp.*), charranes patinegros (*Sterna sandvicensis*), charrancitos (*Sterna albifrons*) y chorlitejos patinegros (*Charadrius alexandrinus*).

Dunas y corrales

Junto a la playa, los corrales aparecen ocupados por un matorral de clavelinas (*Armeria pungens*) y siemprevivas (*Helichrysum picardii*), que ofrecen un manto rosado durante la primavera. Más al interior, los pinares colonizan el corral, dejando en ocasiones pequeñas lagunas temporales, junqueras (*Juncus spp.*), matas de adelfas (*Nerium oleander*) y matorrales de camarinas (*Corema album*). Las zonas más deprimidas son ricas en *Scirpus holoschoenus*, *Agrostis stolonifera*, *Mentha pulegium*, *Anagallis tenella*, etc.

En las dunas móviles aparece el enebro costero (*Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa*), junto con matorrales de camarinas (*Corema album*).

Los cotos

Los cotos o zonas de matorral representan una etapa intermedia del ecosistema terminal y maduro de bosque mediterráneo. Desde el punto de vista paisajístico, los cotos cambian poco durante el año, y los animales son difíciles de ver (falta la espectacularidad de las aves marismas), aunque presenta elementos propios de gran interés, como ungulados de gran tamaño (ciervo, *Cervus elaphus*, y jabalí, (*Sus scrofa*) y grandes predadores como el lince ibérico (*Lynx pardinus*) y el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*).

La vegetación de estos parajes está formada por un matorral espeso de composición heterogénea con pies dispersos de alcornoque (*Quercus suber*), sabina (*Juniperus phoenicea subsp. turbinata*), madroño (*Arbutus unedo*), acebuche (*Olea europaea var. sylvestris*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*) y pino piñonero (*Pinus pinea*). El matorral está formado por una treintena de especies leñosas que se incluyen en dos grandes tipos:



- Monte blanco: formado por un matorral de jaguarzo (*Halimium halimifolium*) al que acompañan algunas jaras (*Cistus salvifolius*, *C. libanotis*). En áreas más secas y expuestas aparecen otras especies leñosas de ámbito mediterráneo, como el cantueso (*Lavandula stoechas*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la mejorana (*Thymus mastichina*).
- Monte negro: formado por un matorral que coloniza zonas con suelos muy húmedos, donde el nivel freático se encuentra casi superficial. Es un matorral oscuro, denso, apretado e impenetrable, dominado por varias especies de brezos (*Erica scoparia*, *E. umbellata*, *E. ciliaris*) y la brechina (*Calluna vulgaris*), que se entremezclan con mirto (*Mirtus communis*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), zarzas (*Rubus ulmifolius*), tojos (*Ulex minor*) y aulagas (*Ulex australis*). Estas especies son incapaces de sobrevivir sin un aporte continuado de agua en verano, pero resisten bien el encharcamiento invernal.

En estas zonas viven alrededor de 80 especies de vertebrados, la mitad de las cuales son aves. Entre ellas, destacan algunas sedentarias como el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), la culebrera europea (*Circaetus gallicus*), el pito real (*Picus viridis*), la curruca rabilarga (*Sylvia undata*), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), el milano negro (*Milvus migrans*), el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*), el críalo (*Clamator glandarius*), el abejaruco común (*Merops apiaster*), el alcaudón real (*Lanius excubitor*), el petirrojo (*Erithacus rubecula*), etc.

Entre los mamíferos, junto al lince ibérico (*Lynx pardinus*) y al meloncillo (*Herpestes ichneumon*), podemos observar zorro (*Vulpes vulpes*), tejón (*Meles meles*), jabalí (*Sus scrofa*), ciervo (*Cervus elaphus*), liebre (*Lepus granatensis*) y lirón careto (*Elyomys quercinus*). Los anfibios están representados por el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*) y los reptiles por la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanum*), culebra viperina (*Natrix maura*), culebra de collar (*N. natrix*), lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*) y tortuga mora (*Testudo graeca*).

Rompiendo la línea continua del horizonte del matorral observaremos pequeños bosquetes de pinos piñoneros, con un sotobosque formado por lentisco (*Pistacia lentiscus*), labiérnago (*Phillyrea angustifolia*) y escobón (*Cytisus grandiflorus*). En ellos nidifican el milano real (*Milvus milvus*) y el milano negro (*Milvus migrans*), el aguililla calzada (*Hieraaetus pennatus*), el críalo (*Clamator glandarius*), el cernícalo (*Falco tinnunculus*) y el busardo ratonero (*Buteo buteo*), y son visitados asiduamente por ginetas (*Genetta genetta*) y meloncillos (*Herpestes ichneumon*).

La vera

El contacto del matorral de los cotos con la marisma se hace a través de una franja de 200 a 1.500 m de anchura denominada "vera", que corresponde a un ecotono de gran riqueza ecológica. Es el límite entre las arcillas y las arenas. En esta estrecha franja, en la que coinciden especies vegetales y animales de uno y otro ambiente, aflora la humedad filtrada por las arenas, favoreciendo el crecimiento de junqueras y pastizales.

En un nivel inferior, se desarrollan pastizales asentados sobre un sustrato arenoso y seco. El pasto es pobre y dominado por *Rumex bucephalophorus*, que le confiere una notable coloración rojiza. Junto a esta especie suelen aparecer *Plantago coronopus*, *Erodium cicutarium*, *Vulpia membranacea* y *Urginea maritima*, especie geófito de mayor porte. En estos pastos, el abejaruco común (*Merops apiaster*) excava sus nidos sobre la superficie del suelo. Además, son frecuentes los conejos (*Oryctolagus cuniculus*), los gamos (*Dama dama*) y las avefrías europeas (*Vanellus vanellus*).

A un nivel aún más inferior, pero más cercano a la marisma, se desarrolla un pasto rico en especies vegetales, dominado por el gamón (*Asphodelus aestivus*) y acompañado por *Trifolium subterraneum*, *Ornithopus pinnatus*, *O. roseus*, *Agrostis stolonifera*, *Tolpis barbata*, *Briza minor* y otras.



A un nivel más inferior, donde el encharcamiento invernal es patente, aparece una vegetación compuesta por *Senecio jacobaea*, *Trifolium resupinatum*, *Ranunculus bulbosus*, *Cynodon dactylon*, *Juncus capitatus* y *J. bufonius*.

El límite de la marisma está formado por una banda espesa de juncos (*Juncus acutus*, *J. maritimus*, *J. effusus*, *J. conglomeratus* y *Scirpus holoschoenus*). El pastizal más húmedo es utilizado por la lavandera boyera (*Motacilla flava*), la codorniz (*Coturnix coturnix*), el topillo (*Microtus duodecimcostatus*), la rata común (*Rattus norvegicus*), el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*) y el gallipato (*Pleurodeles waltl*). El majadeo más intenso del pastizal se debe, sin embargo, a conejos (*Oryctolagus cuniculus*), gamos (*Dama dama*), ciervos (*Cervus elaphus*) y jabalíes (*Sus scrofa*).

La presencia de alcornoques, restos de bosques antiguos, en el matorral inmediato a la vera confiere a este enclave características excepcionales, pues son las perchas donde se asentarán grandes colonias de aves, fundamentalmente garzas, espátulas y garcillas, conocidas mundialmente como las Pajareras de Doñana.

5.13.2. LIC Marismas del Odiel (ES0000025)

Este espacio fue declarado Reserva de la Biosfera en 1983 y mediante la Ley 12/1984, de 19 de octubre (BOJA núm. 97, de 25/10/1984) fue declarado como Paraje Natural de Interés Nacional con dos Reservas Naturales enclavadas en él, la Isla de Enmedio y la Marisma del Burro, siendo el primero de los Parajes Naturales de Andalucía declarados; también es Sitio Ramsar desde 1989, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), desde 1987, y se encuentra propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

El LIC Marismas del Odiel se encuentra integrado en un sistema complejo de estuario originado por la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel. Las Marismas del Odiel pertenecen al grupo de las marismas mareales, con una clara influencia y dependencia del régimen de oscilación del mar. Presentan una gran variedad de biotopos (marisma baja, media, alta, interior y bandas arenosas), con características geomorfológicas particulares sobre las que se desarrolla una variada biocenosis; están consideradas las marismas mareales más importantes de la Península Ibérica y como un lugar importante de escala en las vías migratorias de algunas limícolas.

La benignidad del clima permite la producción vegetal durante todo el año, dándose baja diversidad específica, elevada productividad y adaptación al medio salino, destacando especies como el almajo y la espartina, especie esta última que caracteriza un paisaje del paraje natural que se denomina "mar de espartinas".

La riqueza de biomasa vegetal, unida al carácter fluctuante (sequía, encharcamiento) de estas marismas y a la situación geográfica de éstas, hace que el espacio sea un lugar de paso obligado para miles de aves procedentes de toda Europa en su migración a África, y que en él se desarrolle una variada e importante avifauna acuática, no solo por el número de especies, sino también por los núcleos reproductores de las algunas de ellas, como la Espátula, la de mayor importancia en estas marismas, que forma colonias en la Isla de Enmedio, la Garza Real que anida directamente sobre la vegetación del suelo, la Garza Imperial, la Garceta Común, el Ánade Real, el Aguilucho Lagunero y la Curruca Cabecinegra. También son especialmente importantes las poblaciones de flamencos y la población invernante de Águila pescadora.

Geológicamente, las Marismas del Odiel están constituidas por diversas formaciones cuaternarias recientes (Holocenas) de arenas, limos y arcillas, integradas en un sistema complejo de estuario de sedimentación reciente. Todo el conjunto queda rodeado por formaciones terciarias (Neógenas).



5.14 Otros espacios naturales protegidos

De acuerdo con la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, tienen la consideración de Espacios Naturales Protegidos aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que cumplan al menos uno de los requisitos siguientes y sean declarados como tales:

- Contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo.
- Estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados

Patrimonio de la Humanidad

El objetivo de esta figura es catalogar, preservar y dar a conocer sitios de importancia cultural o natural excepcional para la herencia común de la humanidad. España adoptó el 4 de mayo de 1982 la "Convención para la protección del Patrimonio cultural y natural de la Humanidad" de la UNESCO de 1972. Dos años más tarde, en 1984, se incorporan a la lista de bienes Patrimonio de la Humanidad los primeros bienes culturales situados en España. Uno de estos bienes culturales es el Parque Nacional de Doñana, que fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1984, siendo ampliado en el año 2.005 incluyendo los territorios limítrofes que habían sido incorporados al parque en 2004 ("Triángulo Oeste", "Plana de inundación del arroyo del Partido" y "Los Caracoles").

Reserva de la Biosfera

Las Reservas de la Biosfera son territorios cuyo objetivo es armonizar la conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo económico y social a través de la relación de las personas con la naturaleza. Se establecen sobre zonas ecológicamente representativas o de valor único, en ambientes terrestres, costeros y marinos, en las cuales la integración de la población humana y sus actividades con la conservación son esenciales.

Las Reservas son también lugares de experimentación y de estudio del desarrollo sostenible, en particular en el marco del actual Decenio para la Educación con miras al Desarrollo Sostenible. Deben cumplir tres funciones básicas:

- Conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas que contienen
- Desarrollo de las poblaciones locales
- Función logística de apoyo a la investigación, a la formación y a la comunicación

Para el cumplimiento de estas funciones las Reservas de la Biosfera deberán contar con tres tipos de zonas:

- Una o varias zonas núcleo, cuya principal función es la conservación
- Una o varias zonas tampón que amortigüen los efectos de las acciones humanas sobre las zonas núcleo
- Una zona de transición, donde se promuevan actividades económicas sostenibles para favorecer el desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales

Aunque de forma diferenciada, todas las zonas deben contribuir al cumplimiento de todas las funciones de la reserva.

Doñana se inscribió como Reserva de la Biosfera en noviembre del 1980, con una superficie de 77.260 has. incorporando a esta figura las 50.720 ha. del Parque Nacional declarado en 1969 y sus zonas de protección, fruto de la ampliación de 1978. En 1989, la Junta de Andalucía declara a su vez el Parque Natural Doñana, con parte de su superficie dentro de la Reserva de la Biosfera.

En el año 2013 se amplía su territorio hasta alcanzar las 268.293,72 hectáreas, mediante la *Resolución de 18 de abril de 2013, de Parques Nacionales, por la que se publica la declaración de dos nuevas reservas de la biosfera españolas: Reserva de la Biosfera de La Gomera (Canarias) y Reserva de la Biosfera Las Ubiñas-La Mesa (Asturias), y la modificación de la zonificación de otras dos reservas de la biosfera existentes: Reserva de la Biosfera de Sierra Nevada (Andalucía) y ampliación de la Reserva de la Biosfera de Doñana (Andalucía).*

En la figura 5.28 se muestra la delimitación de la Reserva de la Biosfera de Doñana.



Figura 5.28 – Reserva de la Biosfera de Doñana

Red de Espacios Protegidos de Andalucía (RENPA)

La Red de Parques Nacionales es un sistema integrado para la protección y gestión de una selección de las mejores muestras del Patrimonio Natural Español. Está conformada por los Parques Nacionales que la integran, el marco normativo, los medios materiales y humanos, las instituciones y el sistema de relaciones necesario para su funcionamiento.

España es uno de los países pioneros en Europa en la apuesta por la protección de la naturaleza. La primera Ley de Parques Nacionales fue aprobada en 1916. Los Parques Nacionales españoles tienen un reconocimiento internacional que viene dado por su estado de conservación, planificación y gestión integrada de los recursos naturales (Red Natura 2000, Reserva de la Biosfera, RAMSAR, Carta Europea de Turismo Sostenible, ISO 14001, EMAS...).



La declaración de la figura del Parque Nacional de Doñana se realizó mediante el Decreto 2412/1969, de 16 de octubre (BOE nº 257, de 27 de Octubre de 1969). Mediante la Ley 91/1978, de 28 de diciembre (BOE nº 11, de 12 de enero de 1979) se establece el régimen jurídico especial para el Parque, orientado a proteger el conjunto de los ecosistemas existentes en el parque, así como sus valores histórico-artísticos y promover la investigación y fomentar la enseñanza y disfrute del Parque.

En la Resolución de 6 de febrero de 2004 (BOE nº 47, de 24 de Febrero de 2004) se amplían los límites del Parque Nacional de Doñana por incorporación de terrenos al mismo. El 1 de julio de 2006 se realizó la transferencia de la gestión del Parque Nacional de Doñana a la Comunidad Autónoma de Andalucía (Real Decreto 712/2006, de 9 de junio, por el que se amplían las funciones y servicios de la Administración del Estado traspasados a la Comunidad Autónoma de Andalucía, en material de Conservación de la Naturaleza).

Los espacios protegidos de Andalucía se integran en una serie de sistemas de protección cuyos objetivos generales son la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente, incluida la conservación de los hábitats naturales. En 1989 se crea la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA), con la publicación de la Ley 2/1989 por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

De esta forma, la RENPA se compone de un sistema integrado y unitario de todos los espacios naturales dentro del territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía que gozan de un régimen especial de protección según la normativa autonómica, estatal y comunitaria o convenios y normativas internacionales.

El Espacio Natural Doñana, formado por el Parque Natural y Nacional del mismo nombre, fue declarado mediante la Ley 8/1999, de 27 de octubre (BOJA núm. 137, de 25 de noviembre de 1999).

La gestión y administración del Espacio Natural de Doñana corresponde en exclusividad a la Consejería de Medio Ambiente, a través de un equipo de gestión adscrito a la Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales que es la que ostenta la competencia en materia de espacios naturales protegidos.

Al frente del equipo de gestión está el Director del Espacio Natural, a quién corresponde la coordinación del conjunto de actividades que se desarrollen en el mismo. A su vez, el equipo se estructura en dos áreas funcionales:

- Área de conservación, dirigida por el Conservador, que se encarga de las actuaciones relacionadas con la conservación, así como las relaciones con los órganos y entidades de investigación.
- Área de gerencia, a cuyo frente existe un Gerente, que se encarga de las actuaciones vinculadas al desarrollo sostenible y a las relaciones con el entorno.

En la figura 5.29 se muestran los espacios protegidos en el entorno de la zona de estudio.



Figura 5.29 – Espacios protegidos en el entorno de la zona de estudio

Áreas de importancia para las Aves

Las Áreas de importancia para las aves (Important Bird Area - IBA) forman una red de espacios naturales que deben ser preservados para que sobrevivan las aves más amenazadas y representativas que habitan en ellos. Son zonas identificadas mediante criterios científicos, y en España existen 391 IBA's.

Dentro del entorno de la zona de estudio se encuentran las IBA's que se recogen en la tabla 5.16:

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	CRITERIOS	SUPF. (HA)
Marismas del Guadalquivir	ES259	A1, A4i, A4iii, A4iv, B1i, B1iv, B2, B3, C1, C2, C3, C5, C6	230.000
Condado-Campiña	ES260	A1, A4ii, B1iii, B2, B3, C1, C2, C6	56.500
Marismas del Tinto y del Odiel y lagunas costeras de Huelva	ES261	A4i, B1i, B2, C2, C3, C6	14.900

Tabla 5.16 – IBA's en el entorno de la zona de estudio

Los criterios indicados vienen definidos de forma que el criterio "A" identifica lugares de importancia mundial, los "B" lugares de importancia europea y los "C" indican áreas importantes en el ámbito de la Unión Europea. Los criterios no son excluyentes, por lo que hay especies que cumplen diferentes categorías a la vez dentro de la misma IBA.

Zonas húmedas

La Convención sobre los Humedales fue firmada en Ramsar, Irán, en 1971 y entró en vigor a finales de 1975. Es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos.



Cuando España ratificó el Convenio de Ramsar incluyó dos zonas húmedas: los Parques Nacionales de Doñana y de las Tablas de Daimiel. Actualmente España cuenta con 63 humedales Ramsar con un total de 281.768 ha. Dentro de ámbito del Plan Especial se halla una parte de Doñana, y en los alrededores: Marismas del Odiel y el Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres.

La legislación española prevé, en dos de sus leyes básicas (Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad y Ley de Aguas), la elaboración de un Inventario Español de Zonas Húmedas.

En cumplimiento de lo indicado al respecto en el art. 9.3 de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, el 12 de marzo de 2004 fue aprobado el Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo, "por el que se regula el Inventario Español de Zonas Húmedas" (BOE nº 73 de 25 de marzo de 2004).

El art. 2 de dicho Real Decreto atribuye al anterior Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la actual Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, la elaboración y mantenimiento actualizado del Inventario Español de Zonas Húmedas, con la información suministrada por las Comunidades Autónomas.

Vías pecuarias

Estos caminos y pasos tienen su origen en el traslado de los ganados a los pastos invernales en noviembre y a los estivales en mayo. La tradición de trashumar a pie a grandes distancias se ha ido perdiendo con el paso del tiempo, embarcando al ganado en camiones o ferrocarriles para su desplazamiento.

Actualmente las vías pecuarias conforman una inmensa red territorial que va más allá de su función ganadera primigenia, constituyendo un legado histórico de interés capital: son un elemento esencial en la ordenación del territorio, favorecen la diversificación del paisaje, especialmente en los entornos urbanos, fomentan la biodiversidad al posibilitar el intercambio genético de las especies vegetales y animales, y permiten el desarrollo de actividades de tiempo libre compatibles con el respeto a la conservación del medio natural.

En función de los anchos, las vías pecuarias pueden clasificarse en cañadas, cordeles, veredas y coladas. Estas vías principales articulan el espacio y se conectan entre sí a través de otras de anchura inferior llamadas ramales o coladas. Junto a estos caminos se sitúan los abrevaderos, descansaderos y majadas, asociados al tránsito ganadero.

Andalucía es la Comunidad Autónoma que cuenta con la red más extensa de vías pecuarias, que asciende a un total de 34.081,994 kilómetros de longitud (Fuente: Estadísticas. Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2013). Se trata de una red viaria destinada a usos alternativos al tráfico rodado, que conecta todos los municipios y comarcas de Andalucía entre sí, tanto internamente como con el resto de la Península Ibérica.

Esta existencia de una red de vías pecuarias extensa y compleja, implica la necesidad de regular su protección de forma que se compatibilice su uso con el desarrollo socioeconómico y la conservación del patrimonio. Para lograr la defensa y protección de este patrimonio público, ideal para satisfacer los intereses generales, la Consejería desarrolló el Reglamento de Vías Pecuarias de Andalucía, que asigna a este viario una funcionalidad novedosa, más allá de su tradicional uso ganadero.

La red de vías pecuarias está definida en el Plan de Recuperación y Ordenación de Vías Pecuarias de Andalucía. Los usos considerados son: ganadero, turísticorecreativo y ecológico como conexión de espacios naturales y como corredores para la fauna.

La red de vías pecuarias del entorno de la zona de estudio constituye una trama de conexiones lineales de dominio público que puede ejercer una importante función para la ordenación del uso recreativo en el ámbito de Doñana.



La estructura de la red reproduce bastante fielmente las pautas de ocupación del sistema urbano-relacional actual. El principal eje estructurador es la cañada-cordel de Sevilla a Huelva que organiza la parte más densa de la red en las proximidades de su trazado. En la parte sur, Las Arenas-El Acebuche, la red es mucho menos densa y se organiza en dos ejes, la vereda del camino de Sanlúcar y la vereda de La Rocina, que cruza perpendicularmente a la anterior a la altura de El Rocío. Por último, se identifica la red situada en la zona de los arrozales, cuyos ejes más significativos son la Cañada Real, de Medellín a Isla Mayor, y la Cañada Real de Isla Menor, que ponían en comunicación las marismas con el Aljarafe.

Una parte importante de estas vías públicas están ocupadas por usos privados, principalmente agrarios, pero también se registran casos de intrusión urbanística en el entorno de las ciudades y en suelo no urbanizable. Otras vías han sido utilizadas como soporte de carreteras, en torno al 8% de la longitud total.

Desde el punto de vista recreativo destacan las posibilidades que ofrecen como red de itinerarios de conexión entre las diversas áreas recreativas vinculadas al corredor Sevilla-Huelva y, por otra parte, la accesibilidad que proporcionan al territorio forestal situado al sur de este mismo corredor.

En definitiva, en estas zonas se detecta un significativo potencial basado en el atractivo naturalístico, los paisajes de agua, la contemplación de las aves y los ecosistemas, pero estas previsiones no cierran la posibilidad de otras actuaciones, basadas en el turismo de la naturaleza, que pueden tener su soporte tanto en los antiguos poblados abandonados como en otros entornos rurales que pueden acoger iniciativas turísticas y actividades complementarias cuya referencia sea la propia entidad de Doñana.

5.15 Patrimonio cultural y arqueológico

5.15.1. Introducción

El Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico fue creado en 1989 por el gobierno de Andalucía para contribuir al desarrollo de las políticas regionales de cultura, con una visión del patrimonio integral y multidisciplinar. Agencia pública desde 2007 y acreditado como instituto de investigación desde 2011, el IAPH participa en la generación de conocimiento innovador en patrimonio, y en su transferencia, y ayuda a orientar las políticas culturales como factor de desarrollo y crecimiento inteligente en Andalucía.

El concepto de patrimonio cultural es subjetivo y dinámico, no depende de los objetos o bienes sino de los valores que la sociedad en general les atribuyen en cada momento de la historia y que determinan qué bienes son los que hay que proteger y conservar para la posteridad.

La visión restringida, singular, antigua, monumental y artística del patrimonio del siglo XIX será superada durante el siglo XX con la incorporación del concepto de valor cultural. Tras la primera y segunda guerra mundial aumenta el interés de la sociedad por la defensa de sus manifestaciones culturales lo que queda patente en diferentes cartas y documentos internacionales, así la Carta de Atenas (1931), el Convenio de la Haya (1954) y la Comisión Franceschini (años 60), las cuales reconocen la concepción cultural del patrimonio, incorporando todas las entidades que puedan ser consideradas testimonio de las culturas de un pueblo, incluido el patrimonio natural en el que dichas culturas se han desarrollado. Esta concepción está presente en la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (1972) que considera al patrimonio cultural integrado por:

- Monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia



- Conjuntos: grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia
- Lugares: obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico

Esta Convención supuso un avance conceptual significativo en cuanto al concepto de patrimonio cultural, junto a los valores históricos y artísticos tradicionales se incorporan otros valores como el científico o el natural y en algún caso el etnológico o antropológico. Sin embargo, será la Recomendación sobre la Salvaguardia de la Cultura Tradicional y Popular (1989) la que determine la importancia de las creaciones identitarias de las comunidades, fundadas en la tradición ya sean lenguas, literatura, música, danza, juegos, arquitectura, fiestas, oficios, etc.

Son varios los documentos internacionales, en su mayoría ratificados por España, que han ampliado y enfatizado desde entonces, los valores culturales del patrimonio. La Recomendación sobre la protección del Patrimonio del siglo XX (1991), el Convenio Europeo del Paisaje (2000) o las Convenciones sobre el Patrimonio Cultural Subacuático (2001) y para la salvaguarda del Patrimonio Inmaterial (2003), entre otros, consolidan una visión amplia y plural del patrimonio cultural que valora todas aquellas entidades materiales e inmateriales significativas y testimoniales de las distintas culturas sin establecer límites temporales ni artísticos, considerando así las entidades de carácter tradicional, industrial, inmaterial, contemporáneo, subacuático o los paisajes culturales como garantes de un importante valor patrimonial.

En el caso de España, la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español incorpora los avances logrados a nivel internacional, y establece que “integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques, que tengan valor artístico, histórico o antropológico”.

Asimismo la Ley 14/2007 de Patrimonio Histórico de Andalucía considera que “el Patrimonio Histórico Andaluz se compone de todos los bienes de la cultura, materiales e inmateriales, en cuanto se encuentren en Andalucía y revelen un interés artístico, histórico, arqueológico, etnológico, documental, bibliográfico, científico o industrial para la Comunidad Autónoma, incluidas las particularidades lingüísticas”. De esta ley, entre otros avances destaca la valoración del patrimonio industrial al que dedica un título específico y la incorporación como figura de protección de las Zonas Patrimoniales que por su definición se aproxima al concepto de paisaje cultural.

En este contexto, el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, en los últimos años, está desarrollando diferentes proyectos para contribuir al conocimiento, protección y salvaguardia del patrimonio contemporáneo, patrimonio inmaterial, paisajes culturales, patrimonio subacuático y patrimonio industrial.

5.15.2. Evolución histórica

Dentro del litoral atlántico andaluz la costa onubense adquiere, junto a los enclaves litorales gaditanos, una importante relevancia territorial ya desde la llegada de los primeros colonizadores fenicios. Sin embargo, la falta de núcleos urbanos con proyección histórica en el área (los de mayor tamaño se concentran al norte de la misma en torno al corredor Sevilla – Huelva), evidencia el escaso poblamiento como un rasgo histórico característico de un espacio circundado por ejes de articulación tradicionales, como los existentes entre las comarcas de la Costa Occidental de Huelva, el Condado, el Aljarafe, la Campiña de Sevilla o la Bahía de Cádiz. El carácter marismeno y pantanoso, junto con la pobreza



agrícola de los suelos de gran parte del territorio, así como la reciente preocupación por la preservación de los valores ambientales y ecológicos presentes en el área, ha dificultado históricamente el desarrollo de una red adecuada de vías de comunicación terrestres, convirtiendo al Guadalquivir en una arteria principal de conexión con los territorios norteños.

Desde el siglo XIX y hasta las últimas décadas del XX, la marisma reduce su extensión (de 150.000 a 25.000 has) a consecuencia de proyectos para su desecación y uso agrario (arrozales), mientras que se potencia la actividad cinegética. Durante el siglo XX, se acometen repoblaciones con pino y eucalipto y se crean poblados de colonización en torno a Doñana.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se produce una fuerte apuesta por el desarrollo turístico de la costa, con la creación de los núcleos urbanizados de Matalascañas y Mazagón y sus respectivas carreteras de unión con Huelva, El Rocío y Almonte. Paralelamente a este proceso, se elevan las primeras voces desde el ámbito científico (José Antonio Valverde es un ejemplo destacado) que apremian a proteger la gran riqueza ecológica y medioambiental que atesora Doñana. La configuración definitiva del espacio protegido actual se inicia en 1969, con la creación del Parque Nacional de Doñana, ampliado en 1978 y posteriormente en 1989 con el Parque Natural del Entorno de Doñana.

5.15.3. Patrimonio cultural y arqueológico en el entorno de la zona de estudio

BIC Torre de la Higuera

Con la apariencia de un enorme capitel recostado en la línea de la bajamar, se ofrece desde hace largos años el único resto visible de la que fuera torre de la Higuera. Su extraño aspecto se debe a que al estar en posición totalmente invertida, el ensanche del plinto circular y los cimientos se muestran al aire como coronación, mientras los muros descarnados por la marea rompiente se hunden en la arena y en el agua.

Esta inusitada posición data de bastante antiguo y no ha alterado sustancialmente su estado de conservación al menos en lo que va de siglo, evidenciando así la excepcional calidad de la argamasa empleada y de la obra en general, que está resistiendo un desgaste y en una posición forzada para los cuales no fue concebida.

Su actual situación se debe a haber basculado desde la parte superior del acantilado margo-arenoso de origen continental que costea todo este tramo del litoral de Arenas Gordas. Parece ser que se hallaba situada a orillas de un barranco y se cayó a la playa a causa un temporal marítimo al haberle faltado los cimientos que eran de arena

Se mandó construir en 1577. Cuando en 1577 se proyectaba esta línea de torres almenaras, se indicó la necesidad de construir una torre "ordinaria", de una sola bóveda o cámara, por constituir un punto de aguada, fondeado para la navegación de cabotaje procedente de Sanlúcar de Barrameda, y estancia de pescadores, sometido todo ello a las visitas de los barcos berberiscos.

BIC Torre del Río del Oro

Se trata de una torre vigía de época moderna que en la actualidad presenta su cuerpo desgajado y sus muros desmoronados y esparcidos por la orilla expuestos al batir de las olas. El aparejo del cuerpo inferior se conforma por sillares a escuadra en soga, con un canto cuatro veces superior a su grueso. Este parece ser el resultado de reformas posteriores a su construcción original, encaminadas a proporcionarle mayor solidez a la estructura general. El forro de sillares sólo cubre el tercio inferior de la torre, siendo el resto de mampuestos.

Se ensayaron otros recursos en un último intento por consolidarla ante los embates del mar y el fallo de la cimentación. Entre estos recursos destaca el relleno, con argamasa muy cargada de cal y ripio



menudo, del pozo o aljibe, evitando así un hueco interior que sobrepasaba la línea de cimientos, máxime cuando ésta se encontraba perpetuamente encharcada bien por la marea creciente, o por el cauce del arroyo del Oro. La cúpula que debió cubrir la cámara debía ser semiesférica, según parece deducirse de un gran fragmento de la zona de estribos desprendido de la torre, que permite apreciar su grosor de doble citara y el espesor de los tendeles y escopetas.

Además se reconoce que la escalera era de caracol. Por otro lado, según señalan los textos, en su plataforma se encontraban situados tres cañones de hierro.

BIC Zona arqueológica y Torre del Asperillo

Se trata de una torre vigía de defensa de la que quedan restos de muros sobre el fondo arenoso. En la línea de playa, restos sólo visibles con marea baja. Apenas nada queda de la llamada torre del Asperillo, localizada a 10 kilómetros de la de la Higuera y a 7 de la del Río del Oro. Al igual que la torre de la Higuera, esta del Asperillo también cayó al mar. Tan sólo en momentos de bajamar muy acusada pueden vislumbrarse algunos restos aislados que apenas levantan del suelo.

BIC Torre de San Jacinto

Se trata de una torre vigía de defensa. Actualmente la torre se encuentra en la línea de contacto entre el último cordón de dunas vivas costeras de la punta de Malandar y la masa arbórea de pino piñonero, prácticamente oculta por ambos elementos, lo que unido a su actual distanciamiento de la costa por las acumulaciones arenosas que modificaron la configuración litoral, hace que ofrezca una escasa visualización de las playas para cuya vigilancia fue concebida. Todavía en 1956 se encontraba a la orilla del mar.

Se ofrece como un tronco de cono de 15 metros de altura desde el baquetón de medio bocel a la base, con 11.70 metros de diámetro a la altura del terrado, de aparejo de mampostería con pérdida parcial del enfoscado que sostuvieron cuatro ladroneras equidistantes, hoy desaparecidas. La abertura, de 1.70 x 0.80 metros presenta un grueso sillar a escuadra en función de dintel, cargando sobre otros seis que actúan de jambas. Bajo la misma se aprecian dos mechinales grandes y poco profundos que pudieran haber servido de apoyo para una estructura de madera que, actuando de patín provisional, facilitare el acceso a la torre. Traspuesto el umbral, se encuentra un zaguán de 2,10 metros de altura y 1,25 metros de anchura, cubierto por una bóveda, que atraviesa los 3,15 metros de grosor de muro, y se abre la única cámara de la torre, de 7 metros de diámetro, y cubierta con una cúpula de perfil elíptico. En el centro de dicha cámara se encuentra la boca de un aljibe o pozo, de 0,80 metros de luz, que permitía a la guarnición efectuar la aguada sin abandonar el reducto.

A la derecha del acceso del zaguán, se abre la puerta que comunica la gran habitación circular con el terrado de la almenara a través de una escalera de caracol engastada en el muro. La azotea conserva esporádicamente algunos trozos de solería de ladrillo de tabla en espiga paralela, de 0.14 metros de tizón, 0.30 de soga y 0.02 de grueso. El parapeto que circunda el terrado, con acusado derrame hacia el exterior, presenta una altura uniforme de 0.95 metros, salvo en las almenas artilleras, que es de 0.70 metros, y un grosor de 0.80 metros.

BIC Torre de la Carbonera

Es una torre de forma troncocónica, de 15,60 metros de altura desde el pretil al plinto circular de la base. Su aparejo es de mampuesto enfoscado. La puerta se sitúa en el costado de tierra adentro, a 7,20 metros del nivel del suelo, con una abertura de 1,33 x 0,82 metros y formada por sillares a escuadra de regulares proporciones con funciones de jambas, dintel y umbral y se haya dominada por los canecillos de doble bocel escalonado de la desaparecida ladronera. Esta entrada accede a un zaguán engastado en el muro de 2,65 metros de grosor, con derrame hacia el interior. Su altura oscila de 1,64 metros a partir del dintel a 2,02 metros en la abertura interna, y la bóveda escarzana que la cubre presenta en el borde contiguo a la cámara un canalillo engastado que pudiera haber servido para



permitir el paso de algún mecanismo para el manejo de la puerta o escala de subida. La anchura de dicho zaguán es de 1,10 metros en la mocheta y de 1,24 metros en el punto de máximo derrame.

La cámara circular que aloja la torre tiene en su centro la boca de un aljibe o pozo de 0,90 metros de anchura, cegado a 1,60 metros de profundidad. No obstante, los 3,90 metros de diámetro teórico de la cámara están reducidos en gran medida, ya que la caja de la escalera proyecta la mitad de su cuerpo fuera del muro para no adelgazarlo peligrosamente, ocupando por tanto casi una tercera parte de superficie útil de la cámara por su lado norte. La cubierta es de cúpula semiesférica con aparejo de tizones. La puerta de la escalera de caracol se abre en el punto de confluencia entre el tambor de la misma y el muro de la almenara junto a la jamba interior derecha del zaguán. Tiene 0.80 metros de anchura. Los peldaños son monolíticos, con 0,28 metros de contrahuella. La mayor parte de ellos, sobre todo en el tramo final, han desaparecido, dificultando el ascenso al terrado, en cuya desembocadura no muestra rastros de la habitual garita que solía cobijarla, aunque sí de un posible refugio para los torreros. El diámetro interno es de 6,70 metros, y el petril que lo rodea, sin vestigios de almenas artilleras, tiene 0,65 metros de altura, 0,82 metros de grueso y un leve derrame en el borde hacia el exterior. Coincidiendo con la vertical de la entrada, parten del baquetón los dos canecillos de la desaparecida buharda, de 0,21 metros de grueso, 0,64 metros de vuelo y 0,88 metros de separación mutua.

BIC Paraje Pintoresco y Sitio Histórico Santuario de Nuestra Señora del Rocío

La zona donde actualmente se ubican el Santuario y Aldea del Rocío constituye desde antaño un enclave privilegiado dada su situación geográfica, en un lugar de tránsito y cruce entre los caminos que llevan a Sevilla, Niebla, Moguer, Almonte y, cruzando el río, a Sanlúcar de Barrameda.

El Santuario actual data del siglo XX y sustituyó al edificado en el XVIII que, a su vez, se erigió en sucesión del templo mudéjar primitivo. Obra de Alberto Balbontín de Orta y de Antonio Delgado Roig, el edificio se encuadra en el denominado regionalismo blanco cuyo principal inspirador es el arquitecto Juan Talavera y Heredia.

El inmueble principal del Santuario, la ermita, se encuentra próximo a la orilla marismiega a la que se abren dos de sus puertas. El Santuario presenta un aspecto particular. No es un edificio exento, sino que se encuentra inserto en un conjunto de edificaciones, al modo de cortijos andaluces. Se trata de un templo de planta basilical, con tres naves, crucero y capilla mayor. La nave central y los brazos del crucero se cubren con bóvedas de cañón, iluminadas por óculos circulares con vidrieras. Las laterales presentan dos plantas, la baja con bóvedas de arista y sobre ella la tribuna. Sin contar el tramo del atrio y coro alto a los pies, la nave principal consta de cuatro tramos, y de dos cada uno de los brazos. La intersección de los brazos se cubre con cúpula sobre pechinas y linterna con cuatro ventanas y la frase "Ave María".

La capilla mayor tiene forma absidial, con planta semicircular y bóveda de horno. Al centro se abre el espacio del antecamarín de la Virgen. A su derecha queda la actual capilla de Sagrario, y a la izquierda la antesacristía.

En el interior del santuario, alojada en la hornacina central del nuevo retablo barroco, se encuentra la imagen gótica de la Virgen del Rocío, Patrona de Almonte y, al mismo tiempo, uno de los principales referentes, a nivel simbólico e identitario, de Andalucía. En las capillas laterales y en el resto de estancias se conservan las andas donde la imagen es portada durante los rituales y el ajuar de la Virgen.

Al exterior el edificio traduce la distribución interior del espacio en volúmenes claros. La forma de cruz latina, con la techumbre a diferente altura, crea un escalonamiento de volúmenes. Los espacios intermedios y la fachada quedan rodeados por las dependencias de objetos de recuerdo, la capilla de velas en la parte baja, y balconada en la planta superior.



En el ángulo contrario, se eleva un torreón mirador, que corresponde a la Casa de la Hermandad Matriz. Destaca la fachada en forma de gran concha, sobre la que se eleva la espadaña, de dos cuerpos, con tres vanos. Las cuatro campanas que posee llevan los nombres de El Salvador, Blanca Paloma, Lirio de las Marismas y San José.

BIC Torre de Zalabar

La visión que ofrece esta torre desde el mar es una visión profundamente engañosa pues permite columbrar una almenara en excelente estado de conservación, siendo así, que al contemplarla desde tierra adentro se aprecia claramente su lamentable destrucción, debida principalmente a un defecto en su trazado.

Es un estilizado tronco de cono, de muros levemente ataludados, con escaso releje, que comienzan en un pequeño plinto de 0,40 metros de resalte para morir en el consabido baquetón de medio bocel, donde se inicia el pretil del terrado. A través de la gruesa brecha que afecta la tercera parte de su perímetro se percibe claramente su única y alta cámara, rodeada de un muro de 2,40 metros de grueso con mal trabajados mampuestos de piedra ostionera; ripio y argamasa de evidente mediocridad. Esta cámara, de 4,20 de diámetro en su base, está cubierta con una cúpula semiesférica con plementería en roscas de lajas ostioneras e intradós de enfoscado blanquecino. El labio septentrional de la brecha presenta la totalidad de la vacía caja de la escalera de caracol, que al estar engastada en un muro insuficientemente grueso, y ya de por sí mal construido, lo debilitó en extremo, posibilitando que cualquier accidente lo derribara.

El diámetro interno del acceso helicoidal, que es de 1,31 metros sólo dejaba de grosor de muro 0,30 para la cara interna de la cámara y 0,75 hacia el exterior, márgenes a todas luces insuficiente. Los peldaños de esta escalera son monolíticos y en cuña en torno a una espiga central, de características y proporciones semejantes a los de la torre de San Jacinto. La salida de este conducto al tejado se encuentra cubierta de una pequeña cúpula semiesférica de plementería con ladrillos en aparejo de sogas, parcialmente derribada y en precario equilibrio los restos.

Un fragmento de la plementería se encuentra en el cono de derrubios, al pie de la almenara. En la azotea se aprecian claros restos de la caseta de los torreros, y en la hipotética vertical de la puerta de entrada a la torre, hoy desaparecida, vuela bajo el baquetón un canecillo en doble bocel escalonado, que debió sustentar junto con el que hoy yace en el cono de derrubios, la desaparecida ladronera única que debió poseer la torre.

La acumulación de escombros no permite comprobar la existencia de algibe o pozo. La desproporcionada altura de la cámara hace suponer la posibilidad de la pretérita existencia de un entarimado de madera que la dividiera en dos plantas, aunque no se percibe con claridad mechinales para su fijación.

Ya en 1.756 se informaba que los 2/3 arriba estaba parte caída, por lo que la habían abandonado los torreros, que habitaban en una choza de faginas a su pie, aunque en aquella fecha se atendía a su reparación.

Pecio del Sarastone

Corresponde al buque británico Sarastone, de 2.473 tm y matrícula de Llaney (Gales), que fue hundido en 1941 por un avión alemán. Era asiduo del puerto onubense, cargando en diversas ocasiones mineral en los muelles de Tharsis y Riotinto. Junto a otro barco británico, el Barón Newlands, iba a ser protagonista de un grave incidente ocurrido a la salida de la barra del puerto onubense, en aguas jurisdiccionales españolas con violación además del espacio aéreo.

El resultado fue el bombardeo de ambos buques británicos por un avión alemán y el consiguiente hundimiento del mercante Sarastone, el 29 de octubre de 1941.



Se trataba de un barco de mediano tonelaje, de cuatro bodegas, dos delante y dos detrás y con sala de máquinas. Por el impacto directo en la bodega número dos se hundió a la entrada de la barra, quedando en posición erguida sobre la quilla en el fondo de arena. En 1959 se realizó la operación del rescate de sus restos. Después de extraer unas 2.000 tm de pirita, se consiguió recuperar una tercera parte del barco.

Yacimiento Subacuático Mata del Difunto

Esta zona se compone de restos de pernos de bronce, clavos, cañones de hierro y maderas. Algunos restos de madera en su parte central no apoyan directamente sobre el fondo marino, existiendo oquedades que provocan un desnivel de aproximadamente un metro.

Pecio de Edad Moderna

En el litoral del coto de Doñana a la altura de torre Zalabar se localiza un barco hundido. Se observan restos de madera y metales: cañones, balas de cañón, forros de barco y restos de ballestas.

Yacimiento Subacuático Bajo del Picacho

Se tiene conocimiento de la existencia de este yacimiento tras la aparición de diverso material arqueológico por los trabajos de extracción de chatarra de hierro, plomo y cobre en esta zona. La situación del citado bajo en la desembocadura del río Guadalquivir hace pensar que fuera un área en la que abundaron los naufragios.

Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático Arenas Gordas-Desembocadura del Guadalquivir

Mediante el análisis de la bibliografía así como de los distintos documentos históricos obtenidos en el Archivo General de Indias y en el Instituto Hidrográfico Nacional, se puede constatar que en la zona denominada Arenas Gordas, tuvieron lugar la mayor parte de los naufragios. Esta circunstancia se explica fácilmente si se tiene presente que los fondos sufren una constante variación, debido a importantes aportes de arena.

En cuanto a la desembocadura del Guadalquivir se tienen numerosas referencias de hallazgos que generalmente suelen corresponderse con piezas cerámicas aisladas, de cronología romana o moderna, así como lingotes de plomo, cañones, monedas, etc. De la misma forma, se tienen numerosas referencias documentales del naufragio de barcos, principalmente relacionados con el comercio de Indias –unos 60 desde el año 1541 al año 1786.

Otros bienes culturales

Además de los yacimientos arqueológicos y los Bienes de Interés Cultural, el patrimonio histórico y cultural el entorno de la zona de estudio está formado por otros elementos propios de la tradición popular de la zona y con relevancia cultural e interés supramunicipal.

Los recursos culturales o antropológicos de mayor interés hacen referencia además a:

- Los Lugares Colombinos. Los núcleos de Palos, Moguer y La Rábida forman un conjunto cultural asociado al inicio del descubrimiento y la conquista de América.
- La romería a la aldea de El Rocío. Constituida hoy día como una de las celebraciones religiosas, culturales y festivas con mayor poder de convocatoria dentro de Andalucía.
- El Parque Nacional de Doñana. La declaración de Parque Nacional y del Parque Natural ha confirmado el interés naturalístico y científico de Doñana y ha convertido el área en un centro



de atracción de visitantes interesados en la naturaleza que acceden al Parque a través de los diversos Centros de Recepción e Interpretación. Este interés se ha puesto de manifiesto con la declaración del Parque Nacional de Doñana en 1994, como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

- Edificaciones de interés etnológico y construcciones rurales singulares, como los numerosos cortijos, edificaciones singulares e instalaciones vinculadas a actividades tradicionales (tonelerías, bodegas, etc.) hoy en desuso.

5.16 Cambio climático

5.16.1. Marco legal y antecedentes

En el Reglamento de la Ley de Costas, aprobado el 10 de octubre de 2014, y que deroga el Reglamento para el desarrollo de la Ley de costas de 1988 y el RD de 1989, se establece (artículo 91) que todos los proyectos deben contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 del Reglamento, el cual indica lo siguiente:

Artículo 92. Contenido de la evaluación de los efectos del cambio climático.

1. La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:

a) En caso de proyectos cuya finalidad sea la obtención de una concesión, el plazo de solicitud de la concesión, incluidas las posibles prórrogas.

b) En caso de obras de protección del litoral, puertos y similares, un mínimo de 50 años desde la fecha de solicitud.

2. Se deberán considerar las medidas de adaptación que se definan en la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de protección y uso sostenible del litoral, de 29 de mayo.

La disposición adicional octava de la Ley 2/2013 trata específicamente del informe sobre las posibles incidencias del cambio climático en el dominio público marítimo-terrestre, añadiendo que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente procederá, en el plazo de dos años desde la entrada en vigor de la presente Ley, a elaborar una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, que se someterá a Evaluación Ambiental Estratégica, en la que se indicarán los distintos grados de vulnerabilidad y riesgo del litoral y se propondrán medidas para hacer frente a sus posibles efectos.

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 21 de la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, redacta la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española y su Estudio Ambiental Estratégico (EsAE), siguiendo las pautas que se indicaban en el documento de alcance para la Evaluación Ambiental de dicha Estrategia, emitido por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.



Posteriormente se publica en el BOE la Resolución de 24 de julio de 2017, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se aprueba la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española elaborada según lo dispuesto en la Disposición Adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

La Estrategia tiene por objeto incrementar la resiliencia de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática, así como integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de la costa española.

Una de las principales amenazas para los sistemas costeros es el incremento del riesgo de inundación debido a los efectos del cambio climático, fundamentalmente por el aumento del nivel medio del mar. Además se habla de una mayor intensificación de los temporales, acelerando la destrucción de determinados ecosistemas y un aumento de la erosión costera.

De acuerdo con las investigaciones más recientes, hacia el año 2050, cualquiera de los escenarios considerados parte de una premisa importante: la costa experimentará retrocesos significativos, especialmente visibles en las zonas de playa, que se verán directamente afectadas por el impacto de la regresión marina. Una regresión tendencial, agravada por la presencia de temporales marinos, especialmente dañinos en las zonas que se encuentren por debajo de la cota 0 de las zonas emergidas. En este sentido se puede afirmar lo siguiente:

- Las playas, dunas y acantilados, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y, en menor medida, por un aumento en la intensidad del oleaje.
- Para cualquier escenario de aumento del nivel medio del mar, los mayores aumentos en % en la cota de inundación de las playas se producirán en la cuenca Mediterránea, cuestión que hay que diferenciar bien en términos absolutos, ya que la mayor la cota de inundación se dará en el cantábrico.
- Aunque las proyecciones de marea meteorológica tienen un elevado grado de incertidumbre, la subida del nivel del mar potenciará los eventos extremos de inundación (intensidad y frecuencia).
- Considerando un escenario tendencial de aumento de nivel del mar a 2040 (aproximadamente 6 cm), las playas experimentarán retrocesos medios cercanos entre 1 y 2 metros.
- En cuanto a la intrusión salina, ésta continuará acentuándose en distintos puntos.

5.16.2. Cambios en el nivel del mar y el oleaje

Para el análisis de los cambios que se están produciendo en las variables de forzamiento que actúan sobre la costa, se ha empleado el documento titulado "Impactos en la costa española por efecto del cambio climático" correspondiente a la Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa", elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente.

Este documento analiza las tendencias, para toda la costa española de diversos parámetros representativos de los regímenes medio y extremal de clima marítimo. Estos parámetros son los que se han considerado fundamentales para analizar los agentes o forzamientos cuyas variaciones inducidas en el cambio climático pueden tener efectos reseñables en los diferentes elementos que configuran la zona costera.



- Oleaje (Altura de ola significativa, Período medio, Dirección del oleaje):
 - Régimen medio de altura de ola significativa.
 - Hs12 (altura de ola superada sólo 12 horas al año).
 - Dirección del flujo medio de energía.
 - Duraciones de excedencias de altura de ola significativa.
 - Régimen extremal de altura de ola significativa: frecuencias.
 - Régimen extremal de altura de ola significativa: intensidades.
 - HT50 (altura de ola significativa de 50 años periodo de retorno).
- Marea meteorológica:
 - Régimen medio de marea meteorológica.
 - Régimen extremal de marea meteorológica: frecuencias.
 - Régimen extremal de marea meteorológica: intensidades.
 - MMT50 (marea meteorológica de 50 años de periodo de retorno).
- Viento:
 - Régimen medio de viento.
 - Dirección del transporte potencial eólico.
 - Duraciones de excedencias de viento.
 - Régimen extremal de viento: frecuencias.
 - Régimen extremal de viento: intensidades.
 - WT50 (velocidad del viento de 50 años de periodo de retorno).
- Nivel del mar
 - Tendencia actual
 - Prognosis de cambio

Los resultados de tendencias se presentan de forma gráfica con un código de colores ('rojo' significa aumento y 'azul' significa disminución). Para la representación de los resultados de tendencias de intensidad de eventos extremales se ha representado sólo la variable de periodo de retorno de 50 años y su variación, ya que su comportamiento está muy relacionado con las variaciones obtenidas para los eventos extremales analizados.



Es importante destacar que las variaciones que se describen a continuación no pertenecen a un estudio de detalle para localidades específicas, sino que son indicadores del comportamiento general (baja resolución) de las variables analizadas a lo largo del litoral español y su tendencia de cambio a lo largo de 44 años. Como se describe en la Fase I-d, las tendencias obtenidas pueden ser extrapoladas hasta el año 2050 con cierta fiabilidad.

Nivel medio del mar en el litoral español:

A nivel global se asume que la tendencia actual de variación del nivel medio del mar en el litoral español es de 2.5 mm/año, por lo que extrapolando al año 2050, se tendría un ascenso del nivel medio de +0.125 m. Esta información ha sido complementada con los modelos globales contemplados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en su tercer informe, que establecen una variación del nivel del mar comprendida entre 9 y 88 cm en el intervalo correspondiente a 1990-2100.

En este informe, el valor medio de los escenarios presentados oscila entorno de +0.15 m, con una banda de confianza entre +0.1m y +0.25 m. Con base en estos resultados, se asume en el año horizonte 2050, un ascenso del nivel del mar de +0.2 m en el litoral español.

Oleaje

Según puede observarse en la figura 5.30, en la costa mediterránea no se aprecian cambios relevantes en la magnitud de la energía del oleaje, aunque sí destacables peculiaridades en Cabo de la Nao, debidas a su situación geográfica, y en la Costa Brava, dada su cercanía al Golfo de León. Las duraciones de excedencia de altura de ola estimadas tienden a aumentar ligeramente a lo largo de la costa, lo que implica una disminución de la operatividad de los puertos.

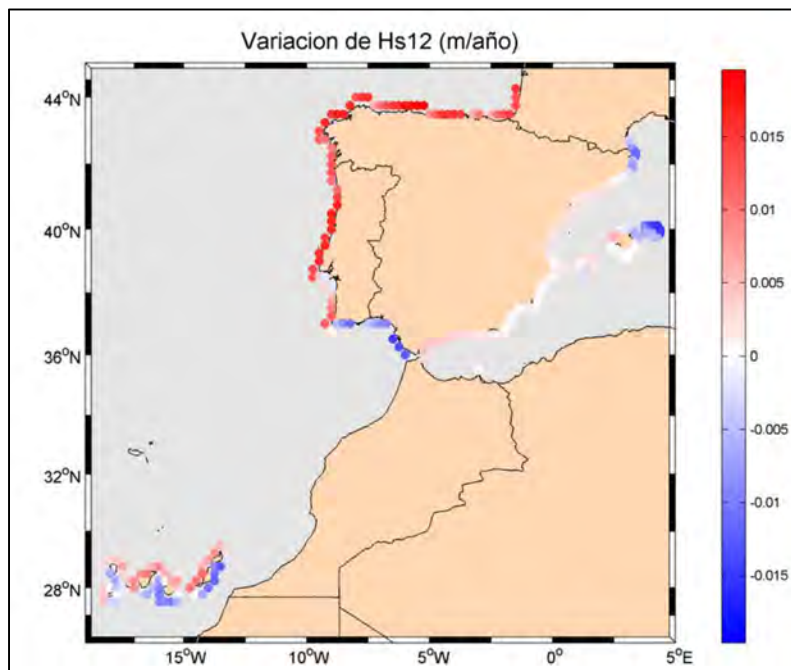


Figura 5.30.- Variación de la intensidad del régimen extremal de oleaje

El régimen medio del viento y marea meteorológica presentan una tendencia negativa, pero de muy pequeña escala. Es importante destacar la gran significancia estadística que aportan los resultados de tendencia negativa de marea meteorológica en el Mediterráneo, Baleares y costa noroeste gallega, a pesar de ser sus variaciones muy pequeñas (Ver figura 5.31).

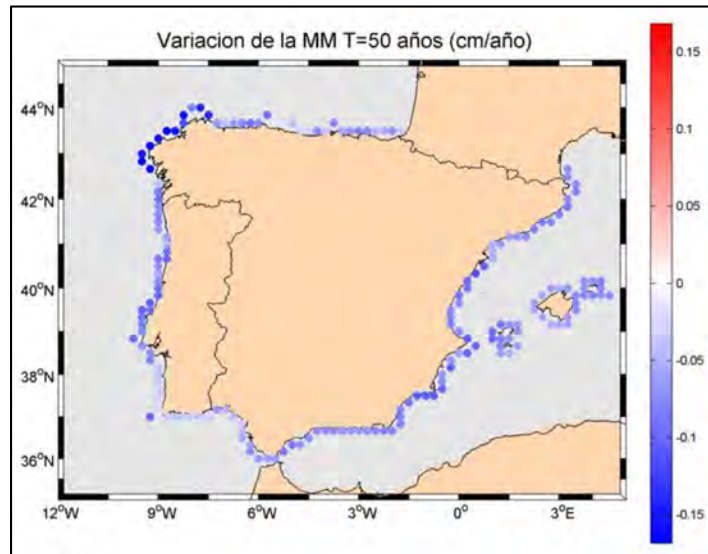


Figura 5.31. Variación de la intensidad del régimen extremal de marea meteorológica

5.16.3. Efectos sobre las playas

Los efectos más importantes que el cambio climático puede suponer en las playas se reducen básicamente a una variación en la cota de inundación y a un posible retroceso, o en su caso avance, de la línea de costa. En el caso de la cota de inundación, este parámetro viene determinado por la probabilidad conjunta de la marea astronómica, de la marea meteorológica, del run-up en la playa y del posible aumento del nivel medio del mar.

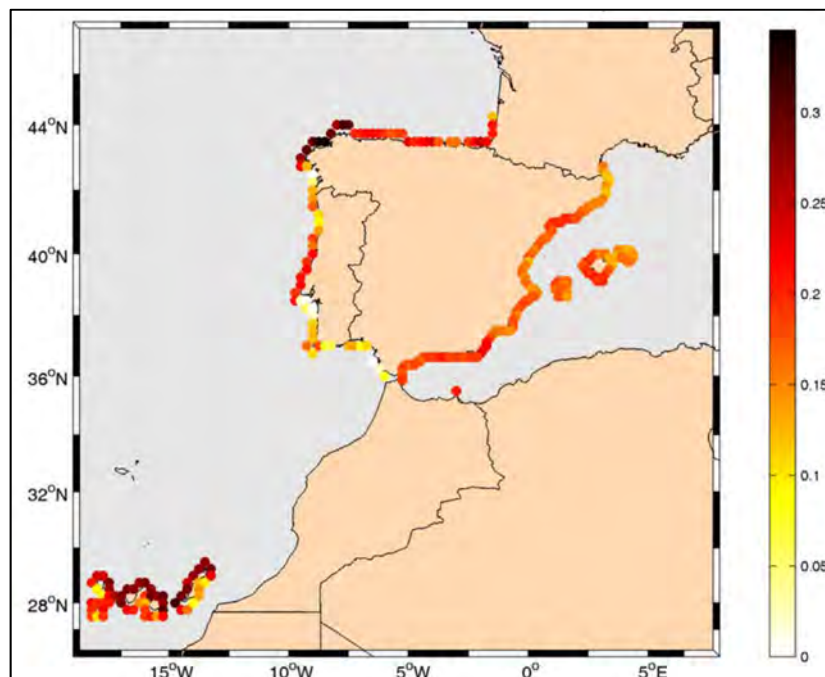


Figura 5.32.- Variación total de la cota de inundación (m)

El valor utilizado en el documento de referencia para mostrar los resultados de este efecto el litoral es un valor aproximado de la cota de inundación, ya que su cálculo preciso requeriría un tratamiento



estadístico más sofisticado. El escenario de cambio climático considerado corresponde a aquel en el que el nivel medio aumenta a una tasa de 0,004 m/año, que corresponde a la tendencia media obtenida por el panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC). Dado que la incertidumbre a la hora de cuantificar esta tendencia es muy elevada, los valores obtenidos en el cálculo realizado deben entenderse como valores orientativos del orden de magnitud del cambio. Por otro lado, cabe destacar que el nivel de la marea astronómica se ha considerado igual a la pleamar media viva equinoccial correspondiente a cada fachada del litoral. En la figura 5.32 se muestra la variación adimensional de la cota de inundación a lo largo del litoral español.

Retroceso de la línea de orilla

Otro efecto en las playas es el posible retroceso de la línea de costa, inducido por un aumento en el nivel medio, que hace que el perfil activo de la playa tenga que ascender para llegar al equilibrio dinámico con esta nueva condición de nivel medio. Para ello, es necesario cubrir el déficit de arena que se produce en el perfil activo, produciendo un retroceso de la línea de pleamar.

Las playas constituidas por arenas más finas y mayores profundidades de corte, es decir, las más disipativas, serán aquellas que experimenten el mayor retroceso. Este retroceso será mitigado en las playas con grandes alturas de berma.

A modo de ejemplo, en la figura 5.33 se presenta el valor estimado para el retroceso a lo largo del litoral español, considerando una playa tipo con un tamaño de grano de 0,3 mm, una berma de 1 m de altura de ola y considerando la misma tasa de aumento para el nivel medio mencionada anteriormente, siendo el año objetivo el 2050.

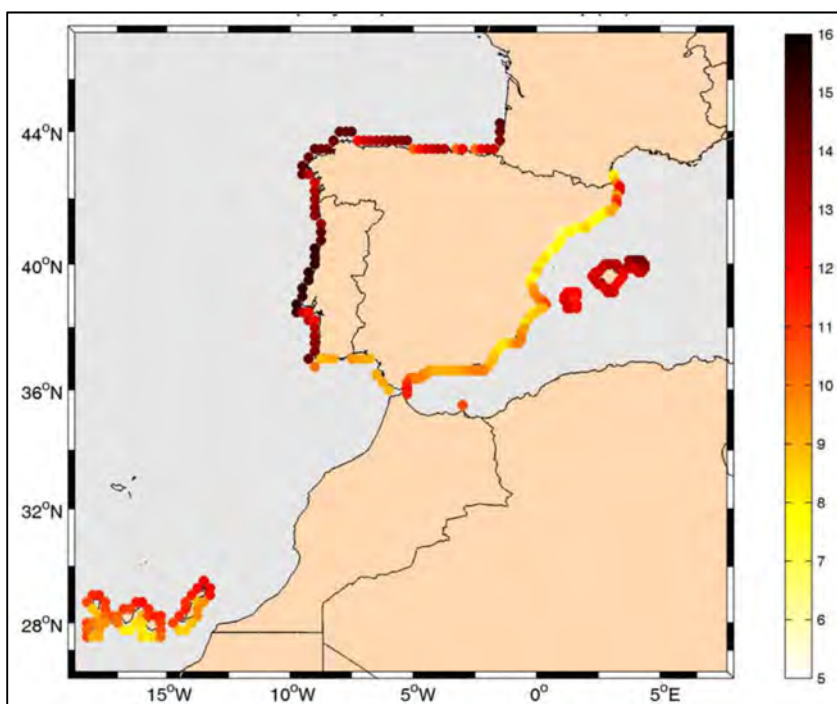


Figura 5.33.- Retroceso en las playas

Dirección del flujo medio del oleaje

Otro parámetro que puede contribuir a un retroceso adicional de las playas es la variación en la dirección del flujo medio de energía. Dicho retroceso es altamente dependiente del tipo de playa que se considere, así como de la propagación que el oleaje sufra desde profundidades indefinidas hasta la playa en concreto.

Considerando una playa rectilínea no colmatada de arena de 1000 m de longitud una variación en la dirección en las proximidades de la playa, generaría un retroceso en la mitad de la playa y un avance en la otra mitad. En la figura 5.34 se muestra el retroceso máximo esperado para el año 2050, en la que se ha considerado la variación de la dirección del flujo medio de energía en una playa tipo de 1000 m de longitud, y donde se ha aplicado la ley de Snell para calcular la variación del flujo medio a 10 m de profundidad.

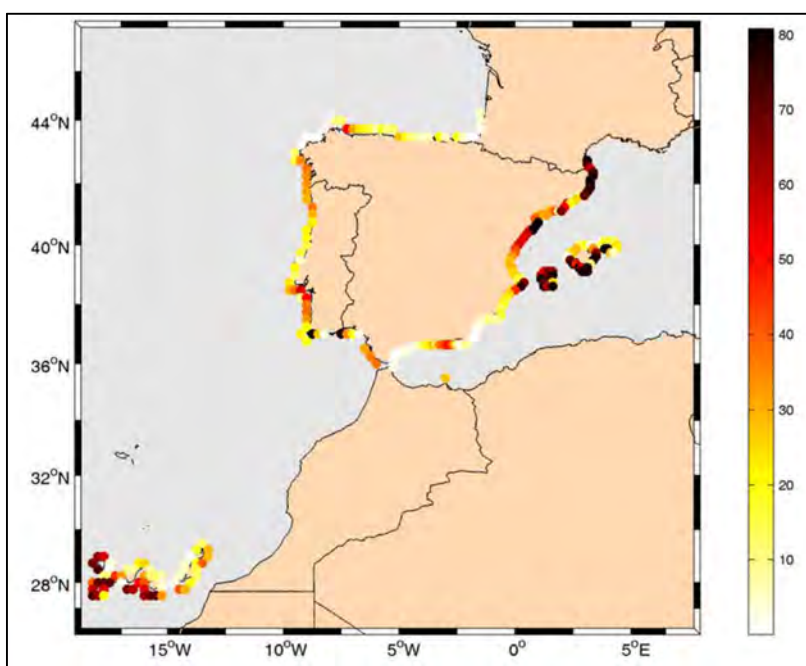


Figura 5.34.- Variación Retroceso en las playas debido al basculamiento

Transporte potencial

Otro efecto significativo es el posible cambio en el transporte potencial a lo largo de playas abiertas en equilibrio dinámico o en desequilibrio, sometidas a un transporte litoral muy activo. Se ha demostrado que el cambio en la tasa de transporte puede ser consecuencia de variaciones en la altura de ola en rotura y en la dirección del oleaje en rotura.

Teniendo en cuenta la altura de ola significativa media anual y la dirección del flujo medio de energía y su variación media calculada, se ha calculado en cada zona de la costa del litoral, la dirección del flujo medio de energía actual y su correspondiente variación para el año 2050, en el punto de rotura correspondiente a la altura de ola significativa media anual.

Con esto ha sido posible la elaboración de un mapa orientativo del porcentaje de cambio en el transporte potencial a lo largo del litoral, tal y como se muestra en la figura 5.35.

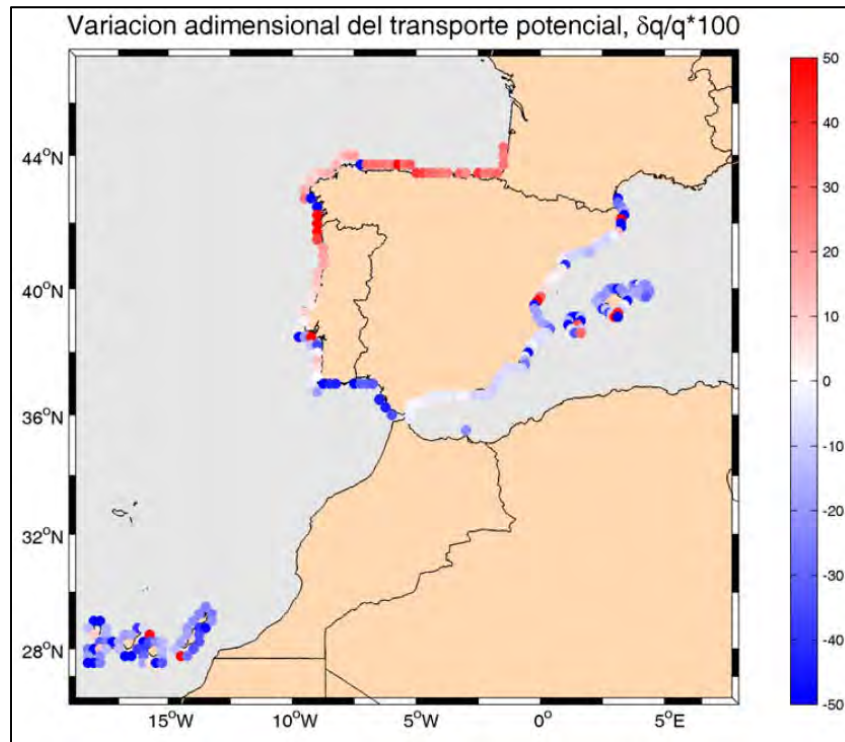


Figura 5.35.- Variación del transporte potencial

5.16.4. Estrategia Andaluza ante el Cambio climático. Indicadores de vulnerabilidad

La Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático data del año 2002. Engloba un conjunto de medidas a ejecutar por los distintos departamentos del Gobierno Andaluz y fue aprobada mediante Acuerdo de Consejo de Gobierno el 3 de septiembre de 2002. La citada Estrategia ha sido desarrollada a través de tres Programas de trabajo.

El primero de ellos, el Programa de mitigación, aprobado por Acuerdo de 5 de junio de 2007 del Consejo de Gobierno, tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar la capacidad de sumidero de los ecosistemas.

Aunque se lograra contener las emisiones, hasta tal punto que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera se mantuviera a los niveles actuales, ya no se podría evitar un apreciable grado de cambio a escala global, no sólo se trata de cambios en las pautas del clima sino cambios que con implicaciones tanto socioeconómicas como en el medio físico o biológico.

El objetivo principal de este programa era la reducción del 19% de las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero en Andalucía en 2012, respecto a las registradas en el año 2004. Este objetivo se cumplió, alcanzándose el 21% de reducción.

El Programa de adaptación, aprobado por Acuerdo de 3 de agosto de 2010 del Consejo de Gobierno, tiene como objetivo hacer menos vulnerables a los sectores y sistemas de Andalucía, aumentando la capacidad de adaptación a través de los instrumentos de planificación.

Por último, el Programa de comunicación, aprobado por Acuerdo de 31 de enero de 2012 del Consejo de Gobierno, sienta los cauces para promover el conocimiento, la sensibilización y la participación de la ciudadanía en esta tarea.

Las zonas costeras en Andalucía revisten gran importancia ya que constituyen un soporte fundamental para la población, las actividades productivas, la diversidad biológica y como fuente de recursos. Por este motivo, el conocimiento de la vulnerabilidad de las costas a los posibles efectos del cambio climático se trata de uno de los sectores transversales de mayor incidencia e importancia para los intereses de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En esta línea, se elabora el documento *Análisis preliminar de la vulnerabilidad de la costa de Andalucía a la potencial subida del nivel del mar asociada al Cambio Climático*. Los resultados recogidos en este estudio muestran una evaluación “cuantitativa/relativa” de la vulnerabilidad a través del uso de “indicadores e índices”. Los valores de los indicadores de vulnerabilidad generados intentan evaluar la “susceptibilidad intrínseca relativa ante un evento adverso, en este caso la subida del nivel del mar, y no la magnitud, ni la probabilidad de ocurrencia del mismo, ni en modo alguno intentan cuantificar daños o costes.

Por el contrario, indican las áreas potenciales donde deben llevarse a cabo en el futuro estudios más detallados para realizar una evaluación pormenorizada de los riesgos e impactos asociados a la previsible subida del nivel del mar en Andalucía. Además proporcionan un razonable punto de partida para la toma de decisión a los gestores y para contextualizar las medidas de adaptación que deben llevarse a cabo.

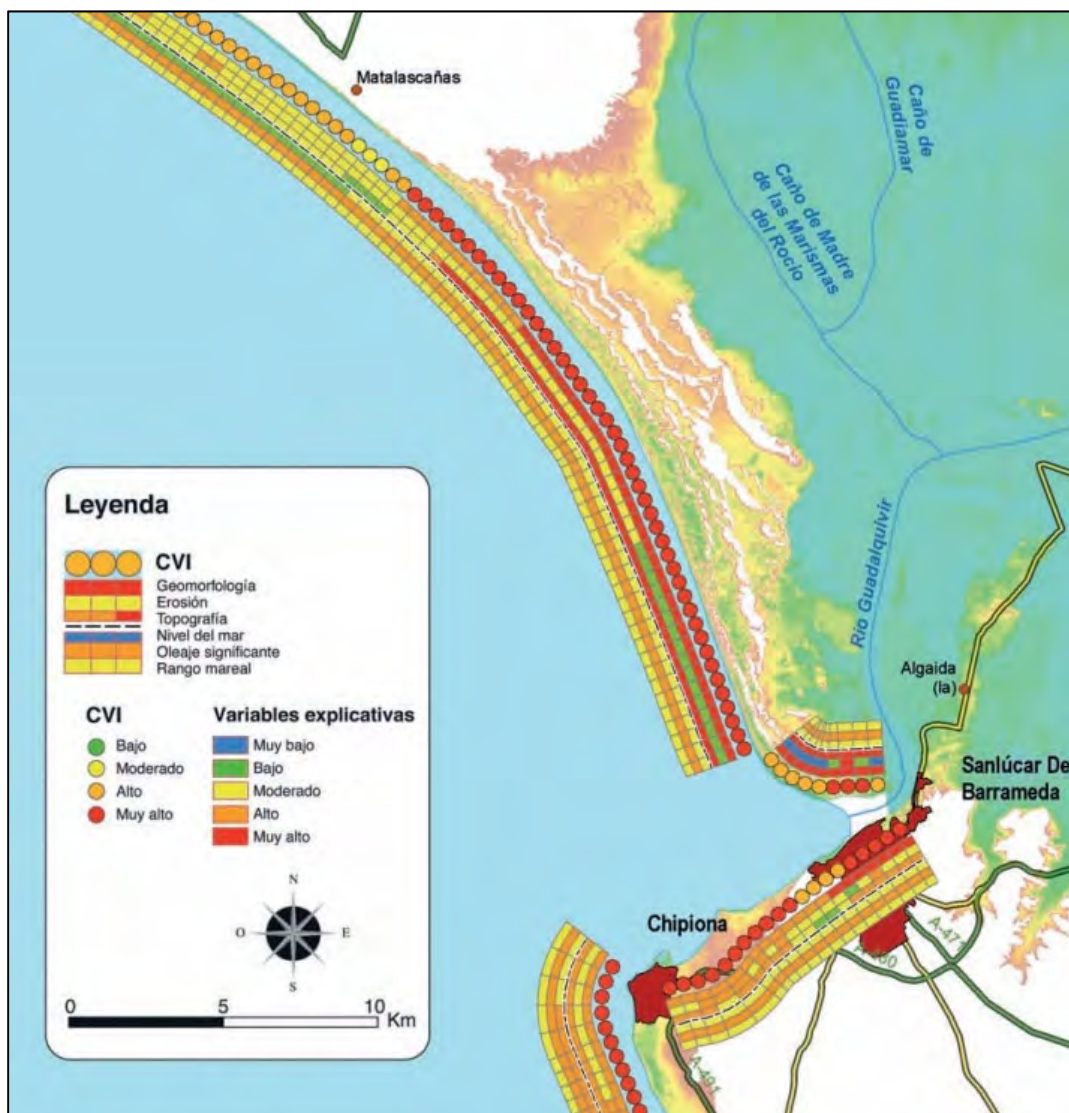


Figura 5.36.- Exposición de la costa andaluza al cambio climático. Tramo Matalascañas-Doñana



En este estudio se ha acometido la elaboración de diferentes documentos cartográficos sobre la vulnerabilidad de la costa andaluza ante la potencial subida del nivel del mar asociada al cambio climático. Éstos completan y proporcionan una visión de conjunto al resto de las representaciones a menor escala (mapas sintéticos, figuras, etc.) incluidas en el texto.

En la figura 5.36 se muestra la cartografía a escala 1:200.000 correspondiente al tramo del entorno de la zona de estudio en la que se refleja la componente “exposición” en el modelo conceptual de vulnerabilidad adoptado y representada por una adaptación del Coastal Vulnerability Index –CVI– a la costa andaluza.

5.16.5. Visor C3E

Para el análisis del cambio climático en la zona de estudio se ha utilizado como herramienta el visor web C3E, con el que se puede simular el cambio climático en la costa española y los riesgos que supone. En él se incluyen gran parte de los resultados obtenidos en el proyecto “Cambio Climático en la Costa Española” financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en el marco de la Acción Estratégica de Energía y Cambio Climático, Plan Nacional.

Toda la información contenida en el visor está estructurada tomando como base el concepto de riesgo de cambio climático y su aproximación de cálculo.

Líneas evolutivas

El conjunto de escenarios publicados por el IPCC considera cuatro líneas evolutivas cualitativas que proporcionan cuatro conjuntos de escenarios denominados “familias”: A1, A2, B1 y B2. En total, seis equipos de modelizadores desarrollan 40 escenarios. Todos ellos son igualmente válidos, y no tienen asignadas probabilidades de hacerse realidad. Son seis grupos de escenarios tomados de las cuatro familias: un grupo de cada una de las familias A1, B1 y B2, y tres grupos de la familia A1, que caracterizan el desarrollo alternativo de tecnologías de energía: A1FI (utilización intensiva de combustibles de origen fósil), A1B (equilibrado) y A1T (predominantemente con combustibles no de origen fósil). Dentro de cada familia y grupo de escenarios, algunos de ellos comparten supuestos “armonizados” sobre la población mundial, el producto interior bruto y la energía final.

Cada línea evolutiva está basada en una dirección de los acontecimientos futuros claramente diferenciada, de tal manera que las cuatro líneas evolutivas difieren con un grado de irreversibilidad creciente. En su conjunto, describen futuros divergentes que cubren una parte considerable de las incertidumbres inherentes a las principales fuerzas determinantes. Todas ellas abarcan una gran diversidad de características “futuras” decisivas, como el cambio demográfico, el desarrollo económico o el cambio tecnológico. Por esa razón, su plausibilidad o su viabilidad no deberían considerarse solamente tomando como base una extrapolación de las tendencias económicas, tecnológicas y sociales actuales.

La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía no de origen fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B).



La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

Dinámica costera

Se define el riesgo como la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas como resultado de una amenaza o peligro sobre una zona expuesta a la misma durante un periodo de tiempo determinado (Comisión Europea, Schneiderbaner et al., 2004).

Por lo tanto, el riesgo es función de la probabilidad de ocurrencia de esa amenaza (peligrosidad), de la exposición de la zona o elementos objeto de estudio y de la vulnerabilidad de los mismos.

El apartado de dinámica costera recoge toda la información generada para las variables oleaje y nivel del mar en costa. Los resultados se muestran a lo largo de 423 puntos del litoral español situados en aguas someras y separados entre 10 y 15 km, en torno a 10-15 m de profundidad.

La nomenclatura de las variables y las bases de datos utilizadas son las siguientes:

- Oleaje: los datos de oleaje en profundidades reducidas proceden de la base de datos DOW desarrollada por IH Cantabria (Camus et al., 2013).
 - Hs,m: Altura de ola significativa media.
 - Hs12: Altura de ola sólo superada 12 horas al año.
 - Hs,r=50: Cuantil de altura de ola asociado a 50 años de período de retorno.
 - Tp: Período de pico.
 - Fe: Flujo medio de energía.
 - QFe: Dirección del flujo medio de energía.



- Nivel del mar:
 - Ref. Alicante: diferencia entre el nivel medio del mar local (NMML) en 1998 y el nivel medio del mar en Alicante en 1998 (NMMA98). El valor se ha obtenido a partir de los datos de los mareógrafos de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado (REDMAR). En las islas la referencia es el NMML.
 - Rango de marea: diferencia entre la amplitud máxima y mínima de la marea astronómica en el período 1948-2008. Valor obtenido mediante las series simuladas de marea astronómica en cada punto, utilizando el análisis armónico de los mareógrafos de la REDMAR.
 - MSL: Nivel medio del mar. Datos procedentes de la base de datos de Church and White (2011).
 - MM95%: Marea meteorológica correspondiente al percentil del 95%. Datos procedentes de la base de datos GOS desarrollada por IH Cantabria (Abascal et al. 2010).
 - MMr=50: Cuantil de marea meteorológica correspondiente a 50 años de período de retorno. Datos procedentes de la base de datos GOS desarrollada por IH Cantabria (Abascal et al. 2010).

Las dinámicas costeras pueden obtenerse anual o estacionalmente, pudiéndose obtener el clima actual y las tendencias observadas con base en la información histórica y los valores de las dinámicas estimados al siglo XXI.

Existe una elevada combinación de variables y escalas temporales, pero no todas han sido calculadas o son posibles de calcular. La tabla 5.17 muestra la relación de resultados visibles en el visor para cada variable de interés.

Variables	Clima actual				Tendencias				Extrapolación Histórica		Proyecciones	
	V.Medio		D.Típica		V.Medio		D.Típica		Anual	Estacional	Anual	Estacional
	Anual	Estacional	Anual	Estacional	Anual	Estacional	Anual	Estacional				
<i>OLEAJE</i>												
H _e	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H _{s12}	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-
H _{s,r=50}	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
T _p	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
Fe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
θ _{Fe}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>NIVEL DEL MAR</i>												
Ref. Alicante	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rango Marea	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MSL	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	*	-
MM95%	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-
MMr=50	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-

Tabla 5.17.- Relación de resultados visibles para las distintas combinaciones de variables y escalas temporales de Dinámica Costera (señalados con una x). (Fuente: Visor C3E)

Los valores de las dinámicas estimados en siglo XXI pueden obtenerse mediante dos aproximaciones distintas: la extrapolación histórica de la tendencia a corto/medio plazo (a los años 2020, 2030 y 2040) o las proyecciones para los escenarios de cambio climático A2, A1B y B1 para los periodos 2010/2039, 2040/2069 y 2070/2100.

El punto del visor C3E más cercano a la zona de estudio es el punto 085, cuya ubicación se muestra en la figura 5.37.

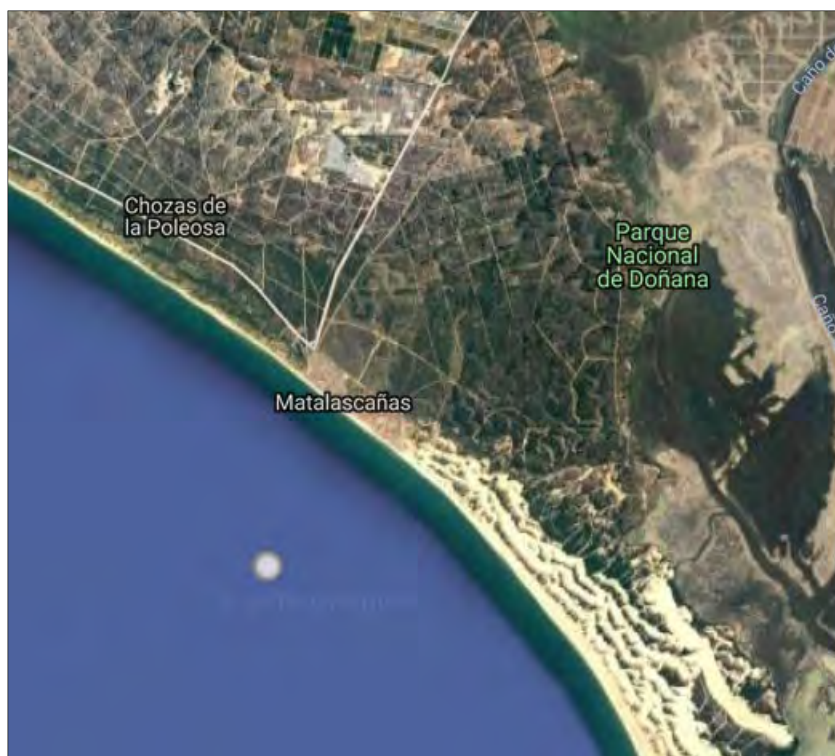


Figura 5.37.- Ubicación del punto 085 de extracción de resultados (Fuente: Visor C3E)

Impactos

En el visor se recogen los principales tipos de impactos calculados para los receptores de la costa. Se considera como impacto principal la inundación en costa, calculándose también los impactos sobre las playas, obras marítimas y dunas.

El impacto de inundación (tanto en costa como en playas) se ha calculado a través del análisis de eventos extremos de cota de inundación, es decir, se estudia la inundación potencial debido a temporales. En este caso se puede conocer el clima actual de cota de inundación a partir de la estadística de los últimos 60 años. Para el resto de impactos calculados se analizan los cambios que se producirán a corto/medio plazo (para los años 2020, 2030 y 2040) respecto al período 1960-1990, tanto en términos absolutos (el incremento o decremento del impacto) o relativos (porcentaje). Los cambios obtenidos en los impactos se han calculado mediante la extrapolación histórica de la tendencia de largo plazo observada en la serie de datos.

La metodología de cálculo supone una serie simplificaciones, entre las cuales se encuentra la asunción de que los receptores son los mismos a lo largo de toda la costa. Es decir, en el caso de playas los impactos se plantean para el caso de que hubiera un determinado tipo de playa a lo largo de todo el litoral español y lo mismo para el caso de dunas.

En el caso de obras marítimas el visor facilita el cambio que se produciría en los impactos que afectan a un puerto si estuviera situado en ese determinado lugar de la costa. En el documento Impactos



(CEPAL 2012) se puede encontrar una descripción completa de los impactos planteados en el visor, así como la formulación utilizada para el cálculo de cada uno de ellos.

La nomenclatura utilizada en el visor para cada impacto es la siguiente:

Inundación de la costa:

- Cota de inundación ($r=50$): cuantil de cota de inundación correspondiente a 50 años de período de retorno (m).

Efecto en playas:

- Retroceso (Cambio Nivel del Mar): retroceso en playas debido a la subida del nivel del mar aplicando la formulación de Bruun (m).
- Retroceso (Cambio Dirección FE): retroceso en playas debido al cambio en la dirección del oleaje, y por lo tanto en el flujo medio de energía (FE) (cm/ml).
- Transporte de Sedimento: erosión o acreción en playas por cambios en el transporte longitudinal de sedimento marino aplicando la formulación del CERC (m³/año).
- Cota de Inundación Playas Disipativas ($r=50$): cuantil de cota de inundación en playas correspondiente a 50 años de período de retorno (m).

Obras marítimas:

- Rebase por Nivel del Mar: variación en el caudal de rebase sobre dique vertical debido por la subida del nivel del mar (l/s).
- Rebase por Oleaje: variación en el caudal de rebase sobre dique vertical debido al cambio en la altura de ola (l/s).
- Estabilidad por nivel del mar: variación en el peso de las piezas de dique en talud debido a la subida del nivel del mar (ton). Valores positivos implican la necesidad de aumentar en el tamaño de las piezas para mantener la estabilidad de diseño.
- Estabilidad por oleaje: variación en el peso de las piezas de dique en talud debido al cambio en la altura de ola (ton). Valores positivos implican la necesidad de aumentar en el tamaño de las piezas para mantener la estabilidad de diseño.
- Operatividad: variación en el número de horas al año en que la altura de ola significativa es mayor o igual a 3 m (horas). Este indicador de operatividad hace referencia a la navegabilidad en la bocana (ROM3.1), de manera que cuando se superan 3 m de Hs el puerto quedaría cerrado. Valores positivos del indicador implican mayor número de horas de cierre del puerto y, por lo tanto, pérdida de operatividad.

Dunas:

- Transporte Sedimento: cambios en el transporte potencial de arena por variación en la magnitud de los vientos (%).

Los datos de peligrosidad obtenidos del visor C3E, que afectan a la dinámica costera según se ha definido anteriormente, se resumen en la tabla 5.18. La tabla 5.19 recoge la estimación del impacto calculada para ese punto.



C3 XXI			Cambio Climático en la Costa Española				GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE		oecc		IH cantabria			
Punto	85		VALORES ANUALES													
Longitud:	-6.58															
Latitud:	36.94															
			Histórico				Proyecciones									
			Actualidad	2020	2030	2040	2010-2040			2040-2070			2070-2100			
							B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	
VIENTO	PW(W/m2)	media	180.748	-0.679	-0.641	-1.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	23.044	2.456	3.041	3.625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLEAJE	Hs (m)	media	0.768	0.005	0.006	0.007	-0.01	-0.021	-0.026	-0.015	-0.018	-0.021	-0.021	-0.013	-0.023	-0.033
		desviación	0.06	0.008	0.01	0.012	0.001	0	0	0.001	0	-0.001	-0.004	-0.007	-0.005	
	Hs95% (m)	media	1.743	-0.007	-0.008	-0.01	-0.035	-0.07	-0.087	-0.045	-0.057	-0.062	-0.036	-0.069	-0.1	
		desviación	0.215	0.016	0.019	0.023	0.009	0.013	0.014	0.012	0.012	0.009	-0.008	-0.008	0.002	
	Hs12 (m)	media	3.163	0.018	0.023	0.027	-0.046	-0.082	-0.115	-0.043	-0.052	-0.059	-0.028	-0.061	-0.103	
		desviación	0.456	-0.055	-0.068	-0.081	0.02	0.022	0.032	0.025	0.03	0.028	-0.001	0.009	0.025	
	Tp (s)	media	6.635	0.2	0.239	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.251	0.01	0.013	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE (kW/m)	media	1.635	0.011	0.013	0.016	-0.073	-0.144	-0.18	-0.098	-0.122	-0.141	-0.087	-0.16	-0.222	
		desviación	0.434	0.053	0.066	0.079	0.01	0.005	0.007	0.01	0.005	-0.004	-0.031	-0.043	-0.036	
	Dir FE (°)	media	232.781	-0.342	-0.423	-0.505	-0.481	-1.259	-1.917	-0.627	-1.04	-1.206	-0.624	-1.133	-1.702	
		desviación	5.496	-3.443	-4.263	-5.083	0.153	0.314	0.566	0.224	0.419	0.462	-0.099	0.04	0.494	
	Hs extremal (m)	Hs50	4.41	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		umbral	2.827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Media escala Pareto	0.674	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Desv escala Pareto	0.065	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media Forma Pareto		-0.343	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Desv Forma Pareto		0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Poisson Media		2.401	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Poisson Desv		0.199	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Referencia Alicante (cm)		34.957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rango marea (cm)		352.366	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MSL (cm)	Media	2.955	1.87	4.394	7.124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.438	0	0.004	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MM95% (cm)	Media	7.053	-1.465	-1.813	-2.162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	3.213	0.476	0.59	0.703	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MM extremal (m)	MM50	0.398	-0.019	-0.042	-0.065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	umbral	0.223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Media escala Pareto	0.054	-0.006	-0.013	-0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desv escala Pareto	0.019	0.003	0.008	0.012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Media Forma Pareto	-0.179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desv Forma Pareto	0.075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Poisson Media	2.638	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Poisson Desv	0.208	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Los valores Medios de Mean Sea Level están referidos al año 1998 (cero de Alicante)

** La fiabilidad (incertidumbre) de los resultados se representa por colores:

+0.5	Muy probable	>95%
+0.11	Fiable	[90,95]
+0.01	Poco fiable	<90%

Tabla 5.18.- Datos de peligrosidad obtenidos del visor C3E en el punto 085 (Fuente: Visor C3E)



C3-XXI		Cambio Climático en la Costa Española			GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE		oecc		IH cantabria	
Punto	85				CAMBIOS ABSOLUTOS			CAMBIOS RELATIVOS (%)				
Longitud:	-6,58				Actual	2020	2030	2040	2020	2030	2040	
Latitud:	36,94											
INUNDACION COSTA	Cota de Inundación (m)	CI50	2.881	0.03	0.067	0.105	1.034	2.33	3.631			
		umbral	2.023	-	-	-	-	-	-			
		Media escala Pareto	0.185	0.006	0.013	0.02	3.125	7.031	10.937			
		Desv escala Pareto	0.016	0.003	0.006	0.009	16.306	37.437	59.062			
		Media Forma Pareto	-0.107	-	-	-	-	-	-			
		Desv Forma Pareto	0.03	-	-	-	-	-	-			
		Poisson Media	11.782	0.371	0.835	1.299	3.15	7.088	11.027			
PLAYAS	Retroceso por Nivel del Mar (m)	Poisson Desv	0.978	0.18	0.41	0.644	18.356	41.904	65.855			
		media	-	0.848	1.993	3.232	-	-	-			
	Retroceso por cambio Dirección Oleaje (m/m.L.)	desviación	-	-	-	-	-	-	-			
		media	-	0.003	0.004	0.004	-	-	-			
	Erosión/Acreción por Transporte Longitudinal Sedimento Marino (m ³ /año)	desviación	-	-	-	-	-	-	-			
		media	9.449	0.747	0.925	1.103	7.909	9.79	11.671			
	Cota de Inundación, Playas Disipativas (m)	desviación	7.235	-0.437	-0.525	-0.612	-6.04	-7.25	-8.46			
		CI50	4.027	0	0	0	0	0	0			
		umbral	2.379	-	-	-	-	-	-			
		Media escala Pareto	0.244	0	0	0	0	0	0			
		Desv escala Pareto	0.016	0	0	0	0	0	0			
		Media Forma Pareto	0.036	-	-	-	-	-	-			
		Desv Forma Pareto	0.046	-	-	-	-	-	-			
	Cota de Inundación, Playas pendiente 1/50 (m)	Poisson Media	8.471	0	0	0	0	0	0			
		Poisson Desv	0.379	0	0	0	0	0	0			
		CI50	4.034	0	0	0	0	0	0			
		umbral	2.379	-	-	-	-	-	-			
		Media escala Pareto	0.242	0	0	0	0	0	0			
	Cota de Inundación, Playas pendiente 1/20 (m)	Desv escala Pareto	0.015	0	0	0	0	0	0			
		Media Forma Pareto	0.039	-	-	-	-	-	-			
Desv Forma Pareto		0.046	-	-	-	-	-	-				
Poisson Media		8.502	0	0	0	0	0	0				
Poisson Desv		0.38	0	0	0	0	0	0				
Cota de Inundación, Playas pendiente 1/10 (m)	CI50	4.529	0	0	0	0	0	0				
	umbral	2.631	-	-	-	-	-	-				
	Media escala Pareto	0.347	0	0	0	0	0	0				
	Desv escala Pareto	0.023	0	0	0	0	0	0				
	Media Forma Pareto	-0.028	-	-	-	-	-	-				
Cota de Inundación, Playas pendiente 1/10 (m)	Desv Forma Pareto	0.047	-	-	-	-	-	-				
	Poisson Media	7.51	0	0	0	0	0	0				
	Poisson Desv	0.357	0	0	0	0	0	0				
	CI50	6.811	0	0	0	0	0	0				
	umbral	3.277	-	-	-	-	-	-				
	Media escala Pareto	0.534	0	0	0	0	0	0				
	Desv escala Pareto	0.038	0	0	0	0	0	0				
Cota de Inundación, Playas pendiente 1/10 (m)	Media Forma Pareto	0.025	-	-	-	-	-	-				
	Desv Forma Pareto	0.048	-	-	-	-	-	-				
	Poisson Media	6.658	0	0	0	0	0	0				
	Poisson Desv	0.335	0	0	0	0	0	0				

Tabla 5.19.- Estimación del impacto obtenida del visor C3E en el punto 085 (Fuente: Visor C3E)



OBRAS MARITIMAS	Rebase por cambio el el nivel del mar (l/s)	media	47.824	1.216	2.856	4.631	2.542	5.972	9.684
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Rebase por cambio en el oleaje (l/s)	media	47.824	1.616	2.001	2.386	3.379	4.184	4.988
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Estabilidad limitada por fondo (Nivel del Mar) (t)	media	8.169	0.046	0.108	0.175	0.561	1.318	2.137
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Estabilidad limitada por no rotura (Oleaje) (t)	media	8.169	0	0	0	0	0	0
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Nº horas Parada Operativa (Hs>3m)	media	30.146	5.144	6.36	7.576	17.063	21.097	25.131
		desviación	31.066	7.016	8.781	10.546	22.586	28.267	33.948
DUNAS	Retroceso (m)	media	-	-4.979	-4.356	0	-	-	-
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Transporte potencial Arena	media	-	-	-	-	-0.376	-0.465	-0.555
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
*	Valores positivos indican Erosión y valores negativos Acreción								
**	La fiabilidad (incertidumbre) de los resultados se representa por colores:								
	+0.5	Muy probable							
	+0.11	Fiable							
	+0.01	Poco fiable							

Tabla 5.19 (II).- Estimación del impacto obtenida del visor C3E en el punto 085 (Fuente: Visor C3E)



Valores del cambio climático en un periodo de 50 años

Como resumen de la información anterior, las variaciones del nivel medio del mar, la altura de ola y la dirección del flujo de energía se presentan en la tabla 5.20, mientras que en la tabla 5.21 se muestran los valores finales en un periodo de 50 años.

Parámetro	Valor 2010	Histórico	Valor previsto en 2040		
			Escenario		
			B1	A1B	A2
Nivel medio del mar (cm)	2.955	7.124			
Dirección flujo medio de energía (o)	232.781	-0.505	-0.481	-1.259	-1.917
Altura de ola Hs (m)	0.768	0.007	-0.010	-0.021	-0.026
Altura de ola Hs12 (m)	3.163	0.027	-0.046	-0.082	-0.115

Tabla 5.20.- Estimación del impacto obtenida del visor C3E en el punto 085 (Fuente: Visor C3E)

Parámetro	Valor 2010	Histórico	Valor previsto en 2040		
			Escenario		
			B1	A1B	A2
Nivel medio del mar (cm)	2.955	10.079			
Dirección flujo medio de energía (o)	232.781	232.276	232.300	231.522	230.864
Altura de ola Hs (m)	0.768	0.775	0.758	0.747	0.742
Altura de ola Hs12 (m)	3.163	3.190	3.117	3.081	3.048

Tabla 5.21.- Estimación del impacto obtenida del visor C3E en el punto 085 (Fuente: Visor C3E)

5.16.6. Aplicación a la playa de Matalascañas

Se ha empleado el C3Sim, que es una herramienta incluida en el visor C3E, desarrollado dentro del proyecto financiado por la Secretaría de Estado de Cambio Climático del anterior Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. C3Sim (Coastal Climate Change Simulator), permite estimar on-line los efectos del cambio climático en la costa, y evaluar el impacto que se produce en los diferentes elementos de la misma (obras litorales, playas, estuarios) debidos a la subida del nivel del mar y/o a cambios en el oleaje incidente. Para evaluar dichos impactos se utilizan formulaciones semiempíricas, determinando su distribución futura mediante estimación por puntos de las variables implicadas.

El modelo C3Sim ha servido para valorar el posible retroceso de la playa de Matalascañas debido al aumento de la altura de ola y al incremento del nivel medio del mar. Este modelo analiza la respuesta que puedan presentar las diferentes playas frente el aumento del nivel medio inducido por el cambio climático, el cual puede ser cuantificado haciendo uso de la conocida Regla de Bruun, que establece que un ascenso del nivel medio del mar ($\Delta\eta$) provocará un retroceso del perfil de playa.

Siguiendo la regla de Bruun, un aumento en el nivel medio generará un incremento de la profundidad de agua en cualquier punto del perfil de playa. En estas condiciones el perfil de equilibrio no estará en "equilibrio" y sufrirá un ascenso ($\Delta\eta$) para acomodarse al nuevo nivel del mar. Como este ascenso debe producirse a costa de la arena existente en el perfil (hipótesis playa bidimensional) se producirá un



retroceso (RE) general del perfil, de forma que el retranqueo de la playa se producirá con el objetivo de cubrir el déficit de arena que se generó en la playa. Imponiendo como hipótesis que en el nuevo nivel del mar se establecerá un perfil de equilibrio con forma idéntica al existente antes del ascenso del nivel del mar y que el volumen de arena de la playa debe conservarse, se obtiene como valor del retroceso:

$$RE = \frac{\Delta\eta \cdot W^*}{h^* + B}$$

Siendo (W^*) la extensión del perfil, (h^*) la profundidad de cierre y (B) la altura de la berma. La forma del perfil se determina mediante el perfil teórico de Dean (1977), por lo que la fórmula final aplicada es la siguiente:

$$RE = \frac{\Delta\eta \cdot W^*}{h^* + B} = \Delta\eta \frac{(1.57H_{s12})^{1.5}}{(0.51w^{0.44})^{1.5} (1.57H_{s12} + B)}$$

A partir de la formulación se puede observar que el retroceso del perfil de playa es proporcional a la variación del nivel medio, de forma que cuanto mayor sea el aumento del nivel medio mayor será el retroceso de una determinada playa. Además, el retroceso es función de la altura de ola que es superada 12 horas al año, de la velocidad de caída del grano w , es decir, del tamaño de grano D_{50} de la arena de la playa, y de la altura de la berma de la playa (B).

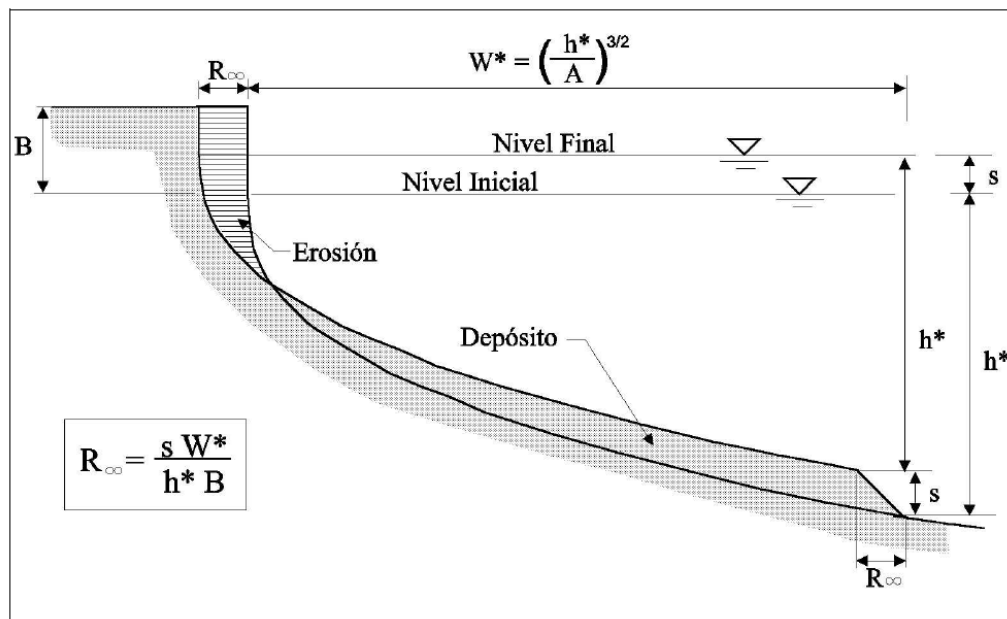


Figura 5.38.- Esquema de la regla de Bruun (Fuente: Visor C3Sim)

Se ha aplicado el modelo descrito a la playa de Matalascañas, teniendo en cuenta los parámetros que se describen en la misma figura. Los resultados, incluidos en la misma figura, muestran un retroceso futuro medio de 0.345 metros con las condiciones definidas.

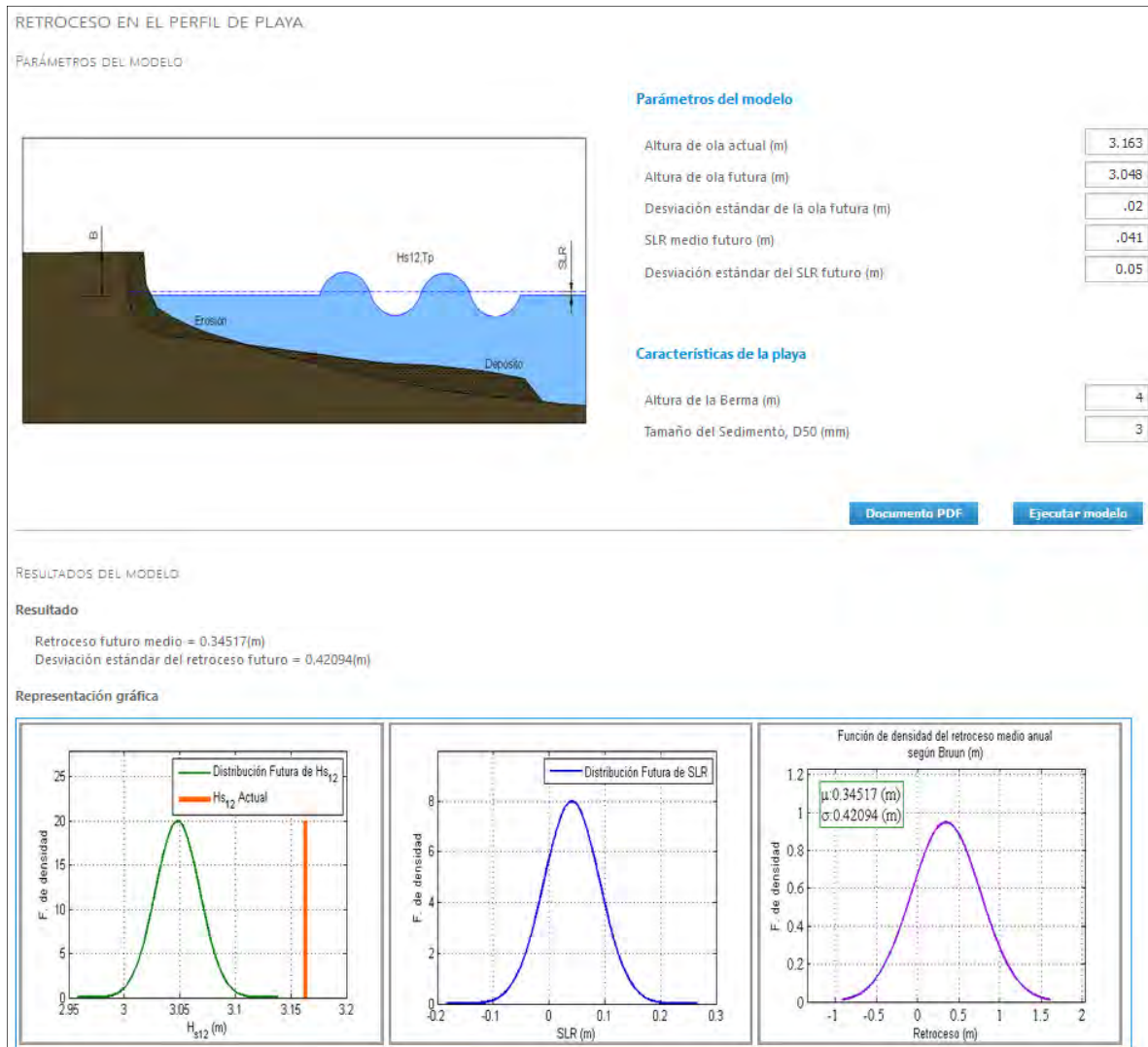


Figura 5.39.- Parámetros de entrada y resultados del modelo C3Sim (Fuente: Visor C3Sim)

5.17 Medio socioeconómico

Población

El municipio de Almonte tiene una extensión de 860,7 km², y cuenta con cinco núcleos de población siendo los más importantes, además del propio Almonte, la aldea de El Rocío y Matalascañas. En la actualidad, la población en el ámbito, según datos de 2017 supera los 23.000 habitantes.

La dinámica poblacional es positiva, tal como se recoge en la gráfica de la figura 5.40, correspondiente a los datos de población de los últimos 10 años.

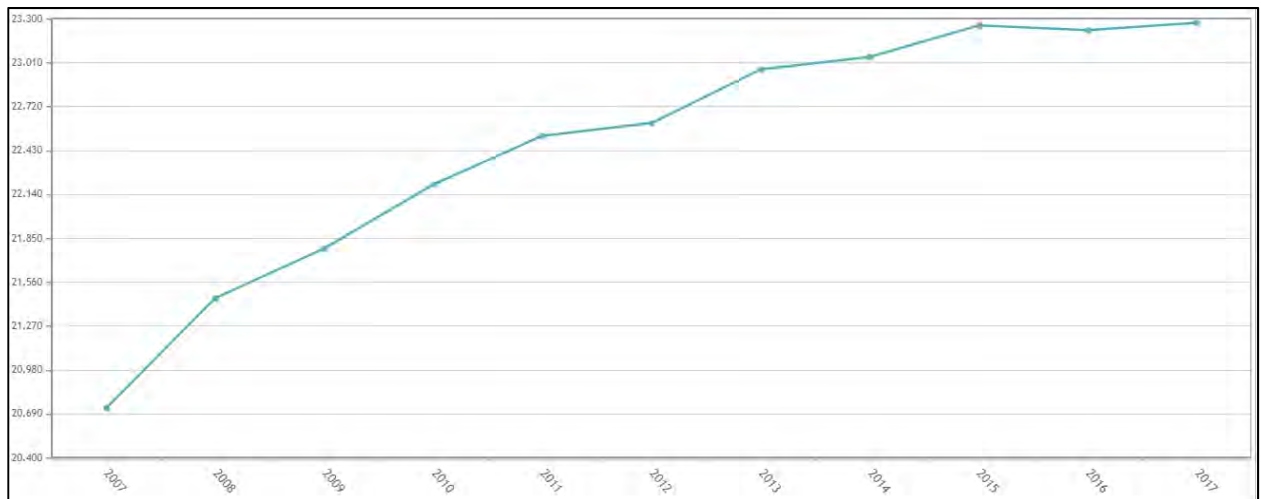


Figura 5.40 – Evolución de la población en el Municipio de Almonte (Fuente: INE)

En el medio rural, alrededor de 2.000 personas residen en viviendas asociadas a las explotaciones agrícolas o en diseminados (parcelaciones urbanísticas) con escasa relación estas últimas con el territorio agrícola/forestal contiguo, ya que responden en gran mayoría a segundas residencias.

La población temporal es muy significativa, ya que en los meses de verano, la población de Matalascañas ha llegado a multiplicarse por 40, lo que supone una gran afección para el sistema viario y servicios en general. El personal de las actividades agrícolas de temporada tiene también una notable incidencia en la ordenación del entorno de la zona.

Desde el punto de vista económico, la zona se sustenta en tres sectores principales: servicios, construcción y agricultura.

Agricultura

La agricultura representa la actividad de mayor dinamismo, aunque conviven dos situaciones totalmente diferentes, una agricultura tradicional en proceso de reconversión (olivo, vid), o en franco estancamiento (cereal), y otra intensiva y de regadío, dinámica y productiva que tiene un gran impacto ambiental por el gran consumo de recursos naturales que realiza y por los residuos que genera.

Esta última es la gran protagonista del empleo y de la consiguiente reducción del paro, que se traduce una estructura económica muy desequilibrada a favor de la agricultura y en detrimento de los servicios y de la industria. Una estructura totalmente anómala en comparación con la evolución regional, en neto proceso de terciarización.

Ta como se ha mencionado anteriormente, la agricultura intensiva ha sustituido en buena parte del territorio a la agricultura tradicional (cereal, olivar, viñedo) cuyos terrenos ocupa, e incluso ha invadido grandes superficies del espacio forestal existente. Esta intensificación agrícola tiene repercusiones significativas tanto sociales como económicas y ambientales por el gran consumo de recursos naturales que implica (agua, suelo, etc.) y el elevado nivel de residuos que produce (pesticidas, plásticos, etc.).

Los terrenos de clara vocación agrícola se han destinado históricamente a los cultivos herbáceos en secano (cereal) y a los leñosos, también en secano, principalmente la vid y el olivo. El rasgo principal de la agricultura tradicional es su escasa evolución y diversificación, lo que redundará en su también escasa competitividad, con cultivos en proceso de reconversión, fundamentalmente al regadío.

A partir de la década de los 80, tras el referente del Plan de Transformación Almonte Marismas, tiene lugar la aparición de la “nueva agricultura”, o también los denominados cultivos de primor (fresón y otras frutas del bosque) que imprimen un auge de la economía de la zona, ocupando un cinturón discontinuo al norte de la llamada corona forestal.

El sector de la fresa en Huelva y de los cultivos de regadío intensivos en general, genera aproximadamente unos 12.000 puestos de trabajo de empleo directo en cooperativas y centros de acopio y expedición, que suponen el 17,5% de la población total de la provincia onubense, y más de 50.000 empleos temporales en las explotaciones. La producción de frutas frescas en 2012 representa el 48% del valor de la producción agraria comercializada de la provincia de Huelva, y un 4,7% del total de Andalucía. La elevada productividad de los invernaderos de fresa genera ingresos brutos muy importantes, aunque variables según las condiciones de mercado y muy especialmente condicionadas a la capacidad de producir fresa en los primeros meses del año, cuando los precios son más altos.

Pesca

La costa de la playa de Matalascañas se encuentra incluida en una zona declarada Reserva de Pesca por la ORDEN de 6 de julio de 2010, por la que se modifica la de 16 de junio de 2004, por la que se declara una Reserva de Pesca en la desembocadura del río Guadalquivir. Esta reserva se encuentra dividida en cuatro zonas, A, B, C y D. La superficie total de todas ellas es de 404,31 km². La zona correspondiente al frente de Matalascañas es la delimitada como zona D, con una superficie de 199.96 km². En la figura 5.41 se muestra la delimitación de estas zonas.



Figura 5.41 – Reserva de Pesca de la desembocadura del Guadalquivir

Las actividades permitidas en esta zona son el marisqueo a pie, las artes menores (red, anzuelo y alcatruces), el marisqueo desde embarcación y la pesca recreativa. Están prohibidas el resto de artes menores (nasas) así como el cerco y el arrastre.

La capa de caladeros proveniente de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias, con actualizaciones continuas por parte del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, muestra que los caladeros más cercanos a la zona de estudio son los que se indican en la figura 5.42:



Figura 5.42 – Caladeros de pesca en el entorno de la zona de estudio

Estos caladeros frente a la playa de Matalascañas, presentan las siguientes particularidades:

- La Higuera: tiene una extensión de 2.849,17 Ha y se trata de un caladero destinado a la pesca de acedía, lenguado, choco, pulpo, merluza, espáridos y japonesa.
- Matalascañas: tiene una extensión de 7.740,10 Ha y está destinado a la pesca de acedía, lenguado, langostino, choco, pulpo, espáridos y japonesa.
- El Chucho: tiene una extensión de 5.041,10 Ha y en él se pesca acedía, lenguado, langostino, choco, pulpo, merluza, espáridos, herrera y japonesa.

En relación a la actividad marisquera el litoral de Andalucía está dividido en zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos según la Orden AAA/1416/2013, de 15 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español (BOE núm. 177 de 25/07/13).

En concreto, la zona de estudio se ubica dentro de la denominada AND-10 Matalascañas, de clasificación A. En la figura 5.43 se muestran las diferentes zonas de producción de moluscos en las que se divide el litoral andaluz, pudiendo observarse la zona correspondiente a Matalascañas.

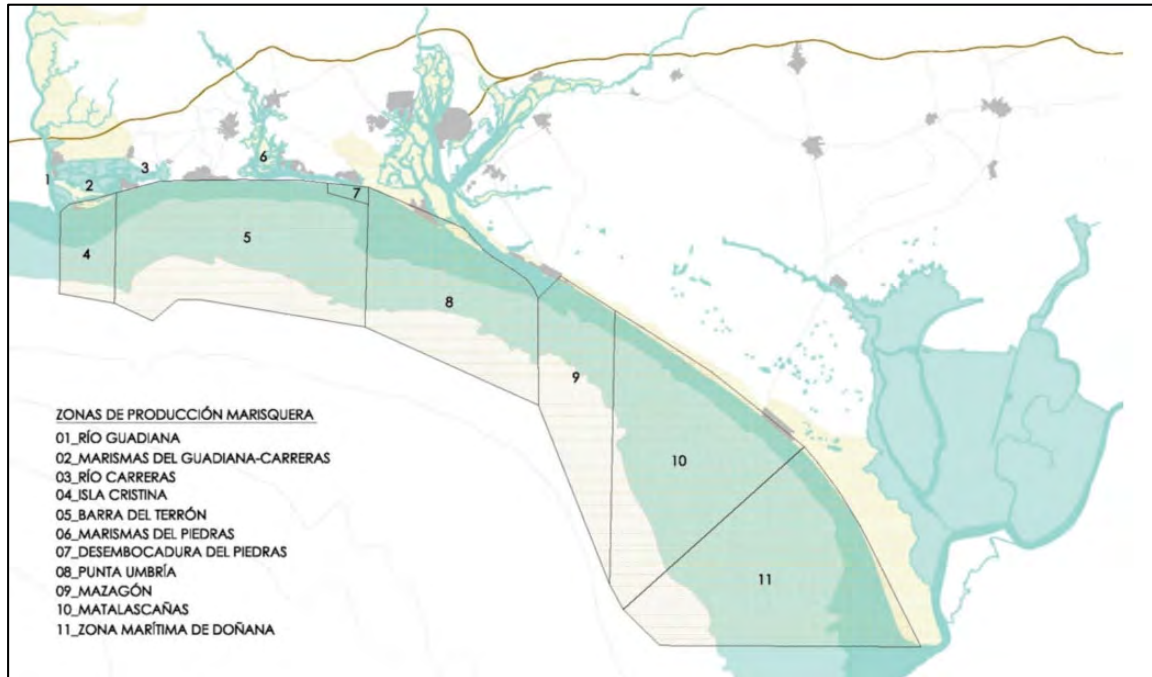


Figura 5.43 – Zonas de producción marisquera en el entorno de la zona de estudio

A este respecto hay que mencionar que recientemente se ha publicado la *Orden de 27 de abril de 2018*, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas, según la cual, la playa de Matalascañas se encuentra incluida en la zona de producción AND106, con clasificación sanitaria B. Esta delimitación se muestra en la figura 5.44.

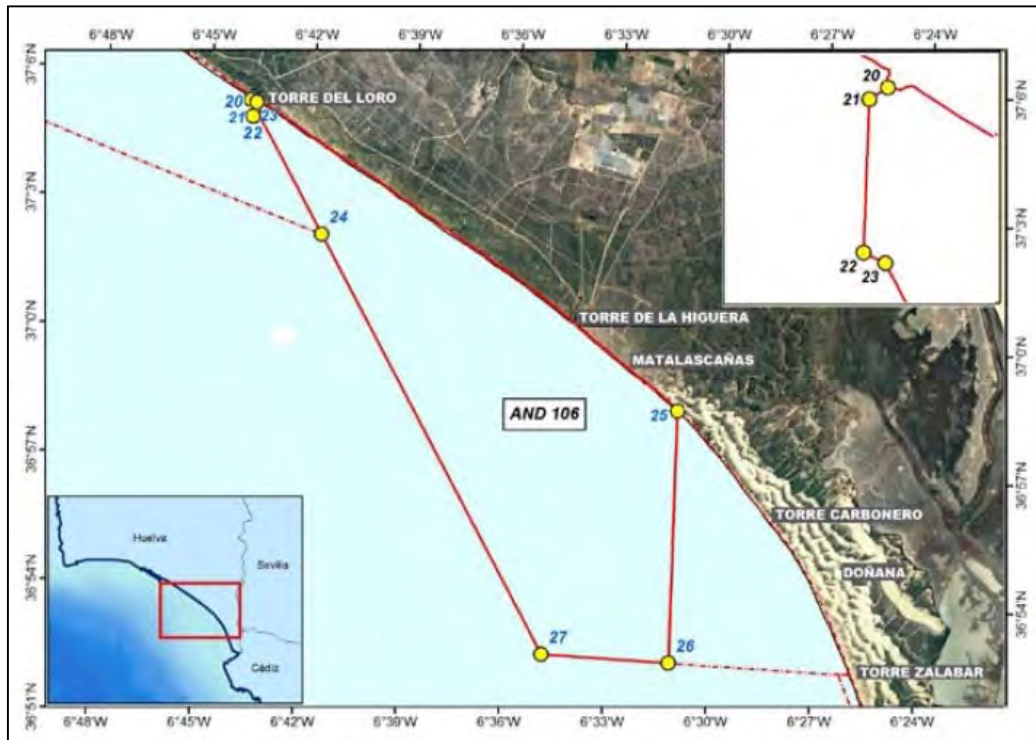


Figura 5.44 – Adaptación de las zonas de producción marisquera en el entorno de la zona de estudio



Turismo

El turismo está considerado como uno de los sectores socioeconómico estratégicos en la Comarca de Doñana; su importancia viene dada por representar uno de los principales motores de la economía comarcal, al margen de convertirse en uno de los elementos más potentes para la difusión de los valores y para fortalecer su capital de imagen.

La primera manifestación del turismo en el Ámbito fue a comienzos del siglo XX, en la actividad balnearia estival que se desarrollaban en sus playas, en la zona de la

costa que años después correspondería al Parque Nacional, y en Sanlúcar de Barrameda. Sin embargo, no fue hasta los años 60 cuando, fruto de la declaración de Matalascañas como Centro de Interés Turístico, incluido a su vez en la Zona de Interés Turístico de la costa de Huelva, inició su desarrollo urbanístico residencial y hotelero basado en el producto de “sol y playa”, sustentado en dos de los Centros de Interés Turístico creados en la costa de Huelva, Matalascañas (Almonte) y Mazagón (Palos de la Frontera y Moguer), así como en la población de Sanlúcar de Barrameda.

Casi de forma paralela, la aldea de El Rocío y su Romería han experimentado paulatinamente una afluencia masiva de personas que ha favorecido a la económica en sectores tales como el hostelero, el ecuestre, el inmobiliario, el de la moda, el de transportes, etc. sus características principales son que este es uno de los territorios que produce turismo independiente de la estacionalidad de la que depende el de sol y playa, quien de forma indirecta dio posibilidades a su conocimiento debido a la mejora de las infraestructuras viarias y sus conexiones motivadas hacia la costa (eje Almonte - Matalascañas).

El Parque Nacional a final del año 80 fue denominado Uso Público del espacio natural, que gradualmente se ha ido incrementando hasta conformar hoy en día una oferta y un destino turístico natural de importancia para el desarrollo socioeconómico de la Comarca; en este sentido, ya a finales de los años setenta se creó la primera empresa cooperativa de visitas al Parque, que no sólo ha desarrollado su actividad con éxito a lo largo de estos años, sino que ha diversificado su actividad a través de otros servicios turísticos y, lo que es más importante, ha servido para la creación de turismo de naturaleza que, desarrollada por otros empresarios y entidades, se apoya en las infraestructuras y equipamientos de Uso Público del Espacio Natural Protegido: educación y voluntariado ambiental, turismo ecuestre, rutas guiadas, turismo activo, senderismo, rutas rocieras, turismo ornitológico, ciclo turismo, turismo rural, etc. La relevancia fue mayor cuando a nivel internacional el Parque Nacional de Doñana, fue declarado uno de los Parques Nacionales más importantes de Europa, obteniendo reconocimientos internacionales y por su pertenencia a redes supranacionales de extraordinario prestigio.

Por su parte, la playa de Matalascañas, aporta un turismo de ocio de sol y playa, cuya población estable se incrementa de forma significativa en verano, hasta alcanzar más 80.000 personas entre turistas, veraneantes, visitantes y residentes. Ha sido distinguida desde 1994 con la Bandera Azul de los Mares Limpios de Europa.



Capítulo 6

Identificación y valoración de impactos

6.1 Consideraciones previas. Estrategia para la Protección de la Costa

La Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar ha desarrollado cuatro Estrategias para la Protección de la Costa en las zonas donde se han detectado mayores problemas de erosión.

Dentro de este desarrollo, se presenta un estudio integral que propone soluciones definitivas a la erosión del litoral de Huelva. Este trabajo, en el que han participado, durante año y medio, técnicos y científicos tanto del Ministerio como del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), permite que se analicen de forma conjunta todas las variables de este litoral, incluyendo sus valores ambientales y socioeconómicos, junto a los aspectos relacionados con la urbanización que se asienta en la zona.

El estudio, desarrollado en dos fases, recopila la información existente para identificar el estado y comportamiento de la costa onubense y propone actuaciones, priorizándolas en función de la vulnerabilidad de cada zona.

En este documento se establece que si no se actuase en este tramo de costa, el sector con mayor vulnerabilidad, playa de Matalascañas, se vería en el horizonte de 2050 con un retroceso de la línea de costa respecto al estado actual de unos $43 + 100 = 143$ m de valor medio, con las previsiones de subida del nivel del mar actuales.

De hecho, en el punto *4.2 Priorización de actuaciones futuras en las costas de Huelva*, se realiza una propuesta de las actuaciones que deben priorizarse, teniendo en cuenta el grado de vulnerabilidad de cada playa.

En este sentido, se establece la playa de Matalascañas como tramo de costa prioritario para las actuaciones, dado que con la subida del nivel del mar debida al cambio climático se agravará la situación futura incrementándose su grado de vulnerabilidad.

En la Estrategia de protección de la costa de Huelva se establece además que las intervenciones o actuaciones deben estar basadas en propuestas que conlleven a una serie de medidas complejas en su realización, que implican a las diversas autoridades en ocasiones:

- Gestión y reincorporación del material depositado en la entrada del canal, si éste fuese apropiado medioambientalmente, al sistema litoral y en la desembocadura del río Guadalquivir
- Búsqueda de fuente sedimentaria alternativa para compensar el déficit sedimentario en el sistema
- Seguimiento continuado de toda la playa que forma el sistema litoral
- Elaboración de planos de evolución de la línea de costa que determinen con una cierta exactitud la tasa erosiva real y su evolución en el pasado
- Realización de un estudio específico que determine la curva $f(A)$ del grado de vulnerabilidad de la playa de Matalascañas



6.2 Definiciones según el marco legal vigente

Según la ley 21/2013 de evaluación ambiental, los criterios a considerar en la valoración de impactos son los siguientes:

a) *Efecto significativo: Aquel que se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.*

b) *Efecto positivo: Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.*

c) *Efecto negativo: Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.*

d) *Efecto directo: Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.*

e) *Efecto indirecto: Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.*

f) *Efecto simple: Aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.*

g) *Efecto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.*

h) *Efecto sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.*

i) *Efecto permanente: Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.*

j) *Efecto temporal: Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.*

k) *Efecto reversible: Aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.*

l) *Efecto irreversible: Aquel que supone la imposibilidad, o la «dificultad extrema», de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.*

m) *Efecto recuperable: Aquel en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.*



- n) *Efecto irreparable: Aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.*
- o) *Efecto periódico: Aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.*
- p) *Efecto de aparición irregular: Aquel que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.*
- q) *Efecto continuo: Aquel que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.*
- r) *Efecto discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.*
- s) *Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.*
- t) *Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.*
- u) *Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.*
- v) *Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.*
- x) *Impacto residual: pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección.*
- y) *Peligrosidad sísmica: Probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (intensidad; aceleración, etc.) sea superado en un determinado período de tiempo.*

6.3 Valoración de la incidencia sobre la zona de extracción del material

6.3.1. Análisis de la afección a los espacios protegidos

Reserva de la Biosfera Marismas del Odiel

La zona de extracción situada frente a Punta Umbría, se encuentra incluida en la Reserva de la Biosfera Marismas del Odiel, tal como se indica en la figura 6.1.



Figura 6.1 – Delimitación de la Reserva de la Biosfera Marismas del Odiel en la zona de interés

La Reserva de la Biosfera Marismas del Odiel ha sido reconocida por la Unesco como uno de los sistemas mareales más sobresalientes y productivos del mundo, que, gracias a su fuerte dinamismo, relaciona marismas, playas, pinares, lagunas, bosques y dunas.

Ocupa la parte final de la cuenca del río Odiel y su vegetación es rica y variada, desde la propiamente palustre, a las asociaciones de pinos, alcornocques, acebuches, mirtos, lentiscos, jaras y romeros. Esta variedad, y su alta productividad, permite que la fauna encuentre lugares acogedores para su desarrollo, contando con ejemplos tan significativos como la colonia de cría y reproducción de espátulas, flamencos y charrancitos; y con la reintroducción exitosa del águila pescadora.

La parte marina de esta reserva de la biosfera está compuesta por fondos arenosos infralitorales y del circalitoral inferior. Estos fondos marinos se localizan en la plataforma continental, desde la línea de bajamar, en las mareas vivas, hasta unos 20 metros de profundidad (que es aproximadamente la máxima profundidad alcanzada en el ámbito de la reserva), y ocupan una gran extensión en la franja marina de la reserva de la biosfera.

Los fondos arenosos de la reserva de la biosfera aparecen en su mayor parte desprovistos de vegetación macrofítica, estando la producción primaria dominada por microalgas planctónicas y bentónicas.

En la figura 6.2 puede verse la naturaleza de los fondos de esta zona.

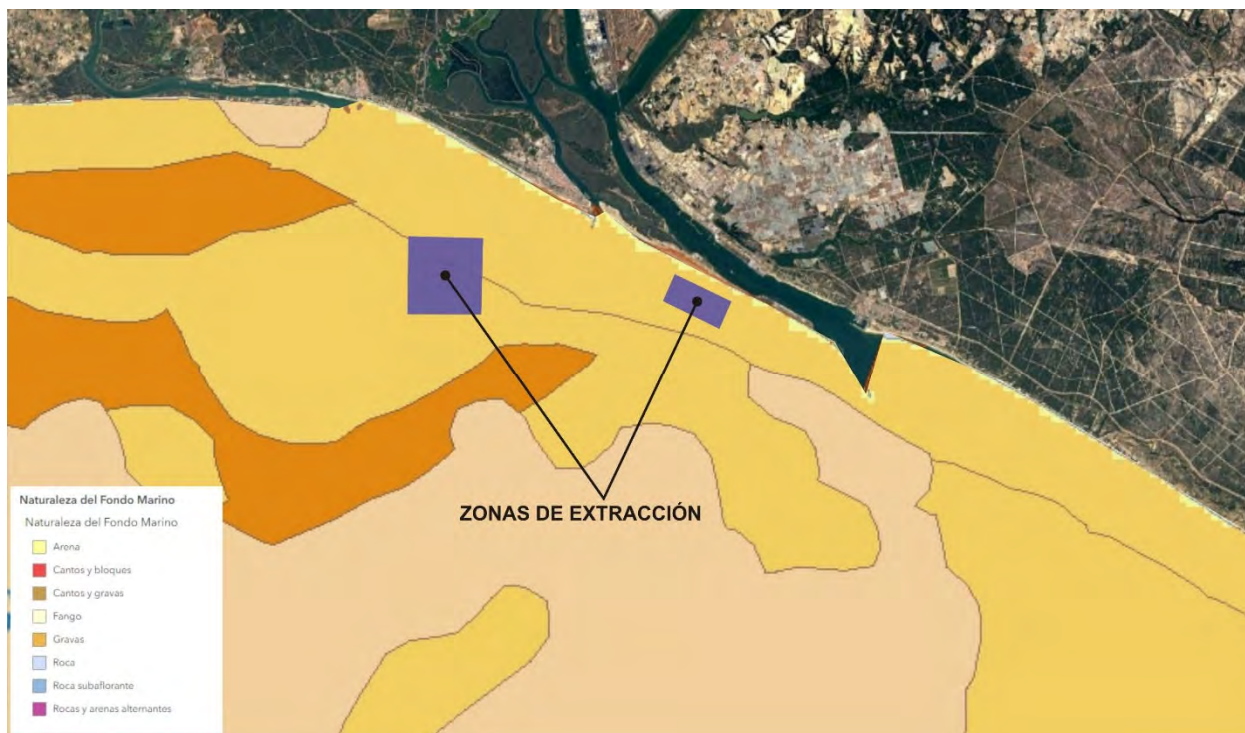


Figura 6.2 – Naturaleza de los fondos marinos en la zona de extracción

Por tanto, dado que los fondos marinos en esta zona están desprovistos prácticamente de vegetación, el impacto de las labores de dragado afectaría fundamentalmente a la pérdida de bentos, tratándose de un efecto significativo irre recuperable.

Por otro lado, durante las labores de dragado se producirá un aumento de la turbidez, que se limita al tiempo de duración de la actuación, tratándose de un impacto significativo pero temporal y reversible.

Espacio marino del Tinto y del Odiel (ES0000501) y Espacio marino del Golfo de Cádiz (ES0000500)

Ambos espacios se encuentran incluidos como ZEPA en la Red Natura 2000. En la figura 6.3 se muestra la ubicación de las zonas de extracción respecto de los espacios marinos mencionados.

El Espacio Marino del Tinto y del Odiel ocupa una superficie de 49,35 km². Se trata de un espacio marino ligado a los estuarios y las marismas de los ríos Tinto y Odiel, entre Punta Umbría y Mazagón, asociado a la importante colonia de charrancito común (*Sterna albifrons*) reproductora en la zona. Toda la franja costera es importante para el negrón común (*Melanitta nigra*), durante los meses de invierno.

El Espacio marino del Golfo de Cádiz ocupa una superficie de 2314,20 km². Se trata de un espacio marino que engloba buena parte de la extensa plataforma continental del Golfo de Cádiz, desde la frontera con Portugal hasta aguas más allá de la desembocadura del Guadalquivir, sin llegar a tocar tierra. La zona destaca especialmente por las importantes concentraciones de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en otoño, así como de alcatraz atlántico (*Morus bassanus*) y págalo grande (*Stercorarius skua*) en otoño-invierno. La gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) también es frecuente en la zona, particularmente en los meses de invierno.



Figura 6.3 – Espacios marinos de la Red Natura 2000 en la zona de extracción

Las operaciones de dragado para la obtención del material de aportación en la zona de Punta Umbría no afectarán a los espacios indicados, ya que se encuentra fuera de la zona de delimitación de ambos. Por lo que se refiere a la zona del dique Juan Carlos I, hay que destacar que se trata de un espacio calificado como ZEPA, cuyo valor son las aves mencionadas anteriormente, a las que las operaciones de dragado no afectan de forma directa. En este sentido es importante mencionar que las labores de dragado producirán fundamentalmente un aumento de la turbidez en la columna de agua durante el tiempo que dure la ejecución del mismo, pudiendo afectar a las fuentes de alimento de estas aves, pero se trata de un efecto significativo, de carácter temporal y reversible, ya que este aumento de turbidez se corregirá al finalizar los trabajos de dragado. Se puede considerar por tanto un efecto compatible.

6.3.2. Análisis de la afección a las zonas pesqueras y de marisqueo

Zonas de producción de moluscos

En relación a la actividad marisquera el litoral de Andalucía está dividido en zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos según la Orden AAA/1416/2013, de 15 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español (BOE núm. 177 de 25/07/13). En concreto, la zona de estudio se ubica dentro de la denominada AND-08 Punta Umbría, de clasificación es A y que se localiza en el exterior del cauce del río, en la zona litoral.

Sin embargo, según la *Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas*, de reciente publicación, las dos zonas de extracción se encuentran incluidas en la zona de producción AND103, con clasificación sanitaria B. Esta delimitación se muestra en la figura 6.4.



Figura 6.4 – Zona de producción de moluscos

Tal como se ha mencionado en los apartados anteriores, las operaciones de dragado producirán fundamentalmente un aumento de la turbidez en la columna de agua durante el tiempo que dure la ejecución del mismo, pero se trata de un efecto significativo, de carácter temporal y reversible, ya que este aumento de turbidez se corregirá al finalizar los trabajos de dragado. Por este motivo se puede considerar un efecto compatible.

Caladeros de pesca

La capa de caladeros proveniente de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias, con actualizaciones continuas por parte del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, muestra que los caladeros más cercanos a la zona de estudio son los que se indican en la figura 6.5.



Figura 6.5 – Caladeros de pesca cercanos a las zonas de extracción del material



Según puede verse en la figura, ninguna de las dos zonas propuestas para la extracción del material de aportación se encuentra directamente ubicada en ningún caladero de pesca, encontrándose además lo suficientemente alejadas de los caladeros de la zona. El efecto sobre los caladeros es por tanto no significativo o nulo.

6.3.3. Análisis de la afección al patrimonio cultural y arqueológico

- Zona de extracción en la zona marina de Punta Umbría: No se dispone de información sobre posibles pecios en mar abierto en este emplazamiento, pero se encuentra a unos 4 km de la Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático zonas portuarias-Marismas del Odiel, y en dragados anteriores en el canal de acceso a Punta Umbría, han aparecido restos arqueológicos, algunos adscribibles a época romana y otros a la Edad Media.
- Zona de extracción del dique Juan Carlos I: Se encuentra en la Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático zonas portuarias-Marismas del Odiel. Zona comprendida entre las desembocaduras de los ríos Tinto y Odiel. En trabajos de dragado anteriores se han extraído diversos materiales arqueológicos: objetos de bronce adscribibles cronológicamente al Bronce Final; monedas de oro de los siglos XVI y XVII, así como dos cañones de bronce de la misma cronología y dos estatuillas de bronce, hoy depositadas en el Museo de Huelva. Además hay restos de naufragios como la cañonera Tigre en 1810. Como elementos de mayor relevancia se puede mencionar el llamado “Depósito de la Ría de Huelva”, de 1923, conjunto de casi 400 objetos de bronce (espadas, puñales, puntas de flecha, fíbulas, broches de cinturón...) y el casco griego localizado en 1930 en el Puerto de Huelva. depositados ambos en el Museo Arqueológico Nacional.

Según informe de la Consejería de Cultura de la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Huelva de la Junta de Andalucía, emitido en mayo de 2018, podrán llevarse a cabo las actividades de dragado siempre que se cumpla con las medidas preventivas exigidas. Estas medidas se recogen en el capítulo correspondiente del presente documento.

6.3.4. Otros aspectos a tener en cuenta en la valoración de la afección

Es importante mencionar que en ambas zonas de extracción se han venido realizando dragados con el fin de obtener material para aportar a las playas del entorno en las obras de emergencia desarrolladas para paliar los efectos de los temporales de los últimos años. De hecho, hay operaciones de dragado que siguen activas en la actualidad con este fin.

En este sentido, se han extraído los siguientes volúmenes de cada una de las zonas analizadas:

- Arena del Juan Carlos I a la playa de Matalascañas y Mazagón: $41.506 \text{ m}^3 + 10.000 \text{ m}^3$ respectivamente
- Arena de Punta Umbría a Islantilla y Mazagón: $80.327 \text{ m}^3 + 3.763 \text{ m}^3$ respectivamente

Tras la finalización de los dragados, el Servicio Provincial de Costas en Huelva tiene contratado un estudio de valoración de los efectos, que se aportará en su momento como documentación adicional a tomar en consideración en este proyecto.

En todo caso, dado el conocimiento y la experiencia en este tipo de actuaciones en diversos lugares del litoral, se espera que los efectos de las labores de extracción del material de aportación sean en conjunto compatibles con el desarrollo de los ecosistemas del entorno.



6.4 Análisis del impacto de las obras de regeneración

6.4.1. Valoración de la incidencia del cambio climático

En la zona de estudio, el efecto del cambio climático que más incidirá sobre los ecosistemas presentes será la subida del nivel del mar que acompañará al calentamiento climático. Dicha elevación de la rasante marina, establecida en torno a 0,5 m para finales de siglo en el litoral del entorno de Doñana, se traducirá en una expansión del área afectada por la inundación diaria de las mareas, provocando la erosión de la costa.

En general en toda la línea de costa y en particular en los puntos ya degradados en la actualidad desde el punto de vista morfo-sedimentario, la elevación del nivel del mar traerá consigo una erosión acelerada de estas formaciones arenosas, así como un aumento progresivo del impacto de los temporales.

Según se establece en la *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española* elaborada según lo dispuesto en la Disposición Adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y aprobada por la Resolución de 24 de julio de 2017, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, la materialización de los objetivos planteados, y con el marco planteado por las directrices generales expuestas en la misma, sólo puede alcanzarse mediante la combinación de diferentes opciones de adaptación que deberán implementarse a través de planes específicos. La selección de las medidas más adecuadas es un aspecto sumamente complejo debido a la incertidumbre en la evolución y la acumulación de impactos asociados al cambio climático.

En general, la estrategia priorizará la integración de conjuntos de opciones que se caractericen por su robustez y flexibilidad para hacer frente a un amplio rango de escenarios futuros, ya que llevan aparejados beneficios adicionales, más allá de la mera adaptación al cambio climático.

Para una primera clasificación de las diferentes opciones que pueden ser consideradas para alcanzar los objetivos propuestos, se utiliza la última propuesta en el AR5 del IPCC que ordena las mismas en una serie de categorías, entre las que se encuentran las categorías *Estructurales Físicas/Ingeniería*, donde se incluyen obras de protección; regeneración de playas y dunas, adaptación de infraestructuras y equipamientos situadas en la costa.

Por coherencia con otras estrategias internacionales y con informes anteriores del IPCC, la Estrategia contempla también una clasificación de las opciones de adaptación por sus fines, en tres grandes grupos: de protección, de acomodación y de retroceso.

Se definen las opciones de protección como aquellas que tienen como fin último proteger las zonas en riesgo, ya sean parte del sistema socioeconómico o natural, tratando de evitar que se produzcan los impactos derivados de la inundación, erosión, intrusión salina, etc., mediante la reducción de la peligrosidad y/o especialmente la exposición.

Dentro de la Estrategia se define una serie de opciones de adaptación consideradas, incluyéndose dentro del código 4 la regeneración de playas y sistemas dunares.

Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en España. España es un país eminentemente costero, que goza de un litoral de gran extensión y riqueza, pero, a la vez, vulnerable. Las zonas costeras son las que tienen un mayor riesgo de sufrir los impactos del cambio climático.



El Plan PIMA Adapta considera la regeneración de playas y sistemas dunares que por acción antrópica, efecto del cambio climático o eventos extremos sean afectados por niveles de erosión o degradación no aceptables. Su función fundamental es la de reducir los efectos de la erosión. Se trata de una medida efectiva aunque no definitiva si el origen de la erosión no se ataca directamente.

En este sentido, no hay que perder de vista que una de las causas de aceleración de la erosión del litoral es la antropización de la costa, por medio de la construcción de edificaciones e infraestructuras costeras, por lo que es necesario encontrar un equilibrio entre las actuaciones encaminadas a combatir la erosión por medio de obras de protección, y aquellos casos en los que podría resultar un mayor beneficio la retirada de estructuras que a lo largo de los años han ocasionado problemas de erosión en diversos puntos de su entorno.

Según se ha visto en el apartado 5.16, el cambio climático producirá un retroceso futuro medio de 0.345 metros en la playa de Matalascañas. El proyecto de regeneración de la playa tiene como objetivo combatir la erosión de un tramo del litoral que se está viendo afectado de forma intensa por este fenómeno, por lo que constituye una actuación de protección de una zona de alta relevancia socioeconómica por su valor turístico, si bien hay que tener presente que, tal como se ha apuntado anteriormente, una de las causas de la aceleración de la erosión del litoral es la acción del hombre en todas sus facetas, incluyendo la explotación de recursos turísticos en la costa.

6.4.2. Valoración de la incidencia sobre la dinámica litoral

Tras las obras de regeneración, se producirá un incremento del transporte sedimentario hacia el Sur, dado que el perfil del relleno vertido no estará en su mayor parte contenido por los espigones recrecidos, puesto que el último espigón a remodelar se encuentra a 800 m aproximadamente del límite final de la playa. Esto supone que, a largo plazo, el aumento de los espigones supondría un descenso de la tasa de transporte de sedimento hacia el sur de la playa, en la zona en la que el material de aportación no es retenido de forma artificial por ningún espigón remodelado.

En el estudio de dinámica litoral del proyecto se han elaborado los análisis necesarios para valorar de una forma más precisa la posible afección de las obras a la dinámica litoral.

Metodología y resultados

Se ha efectuado un cálculo del porcentaje de transporte litoral que se bloqueará con la remodelación de los espigones, sin considerar inicialmente el relleno de playa previsto. Para ello, se ha empleado el modelo de transporte bidimensional Mike21-ST el cual, en combinación con un modelo de propagación de oleaje (Mike21 – NS), y un modelo hidrodinámico anidado (Mike 21-NHD), determina la corriente litoral asociada a un oleaje, y la tasa de transporte generada.

Se ha efectuado una serie de simulaciones a lo largo de un perfil tipo de la playa de Matalascañas. Las condiciones simuladas han sido las necesarias para obtener unos resultados de transporte representativos de las condiciones climáticas y de marea. Los oleajes ensayados son los procedentes de la dirección S-50°-W (240°), que llegan hasta la zona previa a la rotura con un ángulo de 20° con respecto a la ortogonal a la playa.

Para cada uno de estos oleajes se ha calculado su curva de transporte, obteniéndose el porcentaje del mismo que es bloqueado en cada situación por el espigón remodelado. Se considera que los espigones actuales no producen efecto alguno sobre el transporte litoral, al encontrarse muy cercanos al nivel de la playa debido a su progresivo hundimiento.

La figura 6.6 muestra un ejemplo de la curva de transporte litoral generado por el oleaje de Hs=5m, con un nivel medio del mar de +3.40m.

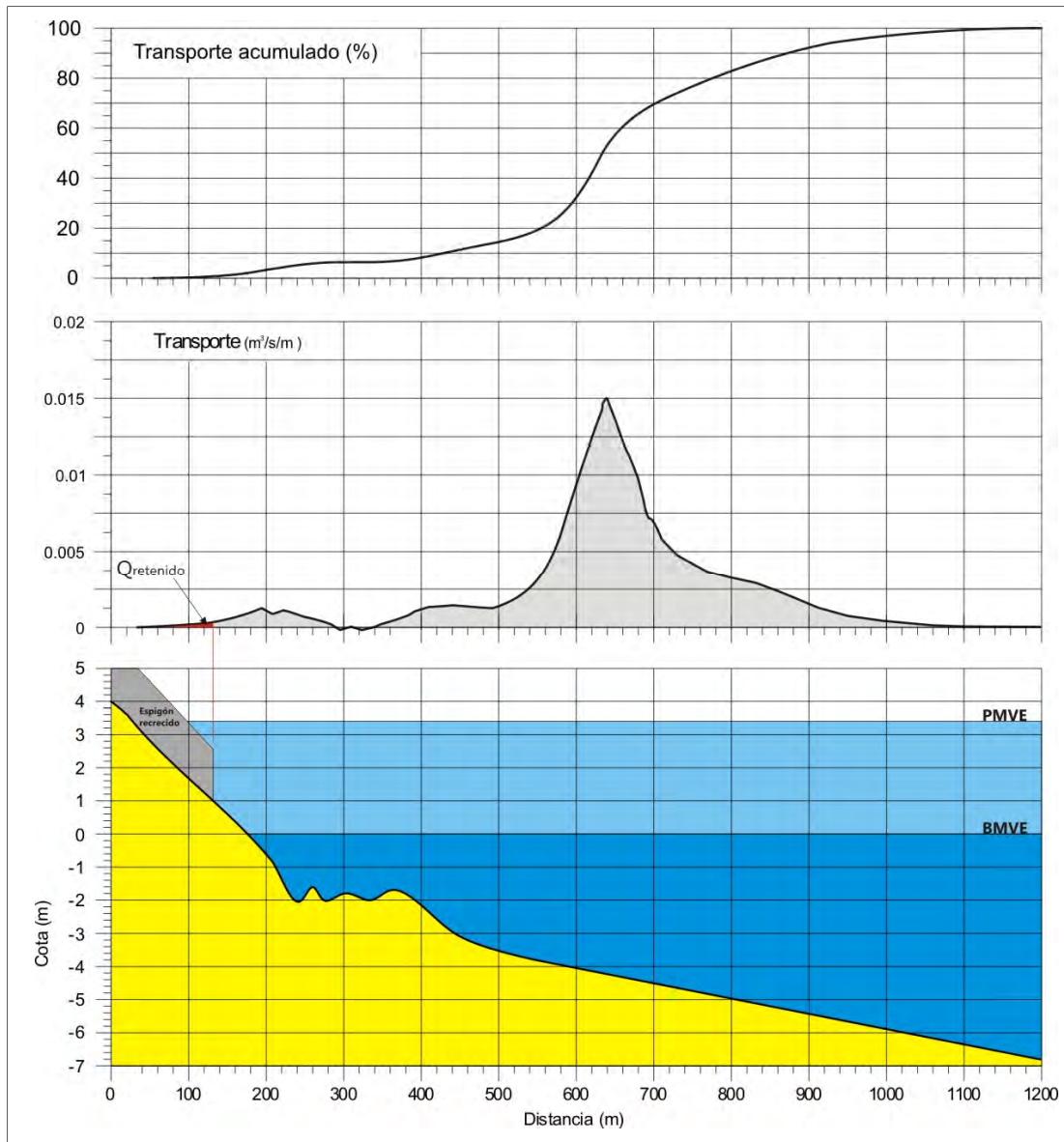


Figura 6.6 – Curva de transporte longitudinal generado por un oleaje de $H_s=5m$, $T_p=16s$, procedente de la dirección $S-50^\circ-W$ en la playa de Matalascañas

La tabla 6.1 muestra los valores porcentuales del transporte litoral que retiene el espigón remodelado para cada condición ensayada, así como los porcentajes de presentación correspondientes. Para ello, a cada altura de ola modelizada se le ha asignado el porcentaje de presentación del intervalo que se indica en la tabla. Asimismo, a cada nivel de marea modelizado se le ha asignado el porcentaje de presentación del intervalo que se indica.

Aplicando los porcentajes de presentación de cada situación simulada, el resultado es una retención teórica inicial del 7.4% del transporte litoral debida al recrecimiento del espigón. Tal y como se aprecia en el esquema de oleaje frente a la playa recogido en el capítulo anterior, el porcentaje de presentación de los oleajes considerados en el cálculo representa el 57% del total de los oleajes (excluidas las calmas). El resto de los oleajes incidentes llegan con direcciones más perpendiculares a la playa, de forma que la tasa de transporte que generan es significativamente inferior.



Hs	Intervalo Hs (m)	% presentación	N.M.	% presentación	% Q pasa
5	>4.50	0.2%	> 3.0	18.00%	0.76%
			2-3	35.00%	0.58%
			1-2	36.00%	0.10%
4	3.5-4.5	1.0%	> 3.0	18.00%	1.58%
			2-3	35.00%	1.18%
			1-2	36.00%	0.20%
3	2.5-3.5	3.0%	> 3.0	18.00%	2.27%
			2-3	35.00%	1.14%
			1-2	36.00%	0.14%
2	1.5-2.5	8.0%	> 3.0	18.00%	27.05%
			2-3	35.00%	4.30%
			1-2	36.00%	0.35%
1	<1.5	45.0%	> 3.0	18.00%	40.00%
			2-3	35.00%	7.78%
			1-2	36.00%	2.06%

Tabla 6.1 – Tabla del porcentaje del transporte litoral retenido por un espigón remodelado, para cada oleaje modelizado

Con el paso del tiempo, según vaya erosionándose el material aportado, los espigones remodelados empezarán a incrementar su efecto sobre el transporte litoral, disminuyendo su volumen. El descenso máximo teórico del transporte litoral que los espigones remodelados podría suponer es del un 7-8%. Sin embargo, el efecto real será bastante inferior, dado que la hidrodinámica en torno a estas obras hace que parte del material que debería ser retenido, acabe sobrepasándolas por su exterior.

Sin embargo, las obras de regeneración en su conjunto, supondrán un impacto compatible en la dinámica sedimentaria general del frente litoral, ya que se produce un aporte de material que es necesario para combatir el proceso de erosión, y por otro lado hay que tener en cuenta que el número de espigones recrecidos se limita a 9 de los totales, y que este recrecimiento se va a efectuar únicamente entre las cotas +4.00 y +1.00 de la playa aproximadamente, de forma que gran parte del perfil activo de playa queda fuera de la protección de las nuevas obras.

6.4.3. Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Durante la fase de construcción se producirá levantamiento de partículas finas (polvo) por las labores de aportación de material a la playa y distribución del mismo, así como por el desplazamiento de la maquinaria y vehículos pesados.

Se considera un impacto temporal y reversible, de duración limitada a la fase de construcción.

Asimismo, se podrá producir emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los escapes de las máquinas y vehículos pesados involucrados en el desarrollo de las obras, pero al no implicar la obra un tráfico pesado muy elevado, las posibles emisiones de contaminantes no son significativas.



6.4.4. Valoración de la incidencia sobre la calidad de las aguas

Riesgo de vertidos accidentales durante la ejecución de las obras

Los vertidos esperables serían de muy escasa entidad en caso de que se produjeran, debido a las características de las obras descritas en este proyecto, en las que no se manejan productos especiales, ni peligrosos. Los únicos vertidos podrían producirse por pequeños derrames de aceites o combustibles de las máquinas involucradas en las obras. En cualquier caso, es importante minimizarlos al máximo a través de la adopción de unas buenas prácticas de obra.

La aplicación de unas buenas prácticas constructivas, y la previsión de planes de emergencia para este tipo de accidentes, permite reducir el impacto a una magnitud puntual en la zona de vertido. El impacto es por tanto no significativo, de baja magnitud e importancia media. Su periodicidad es irregular y puntual, la duración se considera momentánea desde que se produce el eventual vertido hasta que se controla.

Posible afección a las masas de agua superficiales

Tal como se ha mencionado anteriormente, las masas de agua del entorno de la zona de estudio son las masas de agua costeras Doñana – Matalascañas, Parque Nacional de Doñana y, un poco más alejada, Pluma del Guadalquivir. Todas ellas son masas de agua naturales. Según la valoración realizada y recogida en el Plan Hidrológico 2016-2021 de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, el estado global de cada una de las tres masas de agua es bueno.

Para las masas de agua afectadas, se debe evaluar si el proyecto causará o no el deterioro del estado de las masas de agua superficiales en cuestión, considerándose como deterioro lo dispuesto en el apartado 5.1.4 de la instrucción de planificación hidrológica, aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre: *Se considerará que se ha producido un deterioro cuando la clasificación del estado ecológico o del estado químico de la masa de agua pase de una clase a otra clase en peor situación. Incluso se considerará que se ha producido un deterioro cuando alguno de los elementos de calidad disminuya de clase aunque el mismo no sea el determinante del estado de la masa. Además se considerará que ha existido un deterioro de la masa de agua inicialmente clasificada como que no alcanza el buen estado químico, si se produce el incumplimiento de normas de calidad ambiental diferentes a las que motivaron la clasificación inicial.*

Además, la Instrucción de Planificación Hidrológica, en el punto 3.2.2.4. apunta las presiones relacionadas con las alteraciones morfológicas, que para masas de agua costeras y de transición son: diques de encauzamiento, diques exentos, dársenas portuarias, canales de acceso a instalaciones portuarias, muelles portuarios, diques de abrigo, espigones, estructuras longitudinales de defensa, playas regeneradas y artificiales, esclusas y ocupación y aislamiento de zonas intermareales.

Por otro lado, la Instrucción de la Dirección General del Agua de 19 de agosto de 2015, establece que el promotor de cualquier actuación que conlleve el deterioro del estado de una o varias masas de agua como consecuencia de una nueva modificación o alteración de sus características físicas, deberá llevar a cabo los análisis requeridos en la mencionada Instrucción. Como idea orientativa, la Instrucción de la Dirección General del Agua de 19 de agosto de 2015, define unos umbrales a partir de los cuales debería realizarse siempre esta evaluación, y en concreto en el caso de los espigones establece como umbral un tamaño superior a 50 metros.

Los espigones de la playa de Matalascañas ya existen en la actualidad y la actuación proyectada plantea únicamente un recrecimiento de uno de cada dos de ellos en sus primeros 50 m, entre las cotas +4 y +1, por lo que no va a producir efecto alguno sobre el estado ecológico de las masas de agua superficiales.



Por lo que se refiere al estado químico de las masas de agua superficiales, durante la ejecución de las obras los parámetros físico-químicos del agua de mar circundante pueden verse afectados por un aumento de la turbidez. Este impacto tiene un claro efecto puntual que se limita al periodo de tiempo en el que se desarrollan las obras, tratándose por tanto de un efecto temporal y reversible.

6.4.5. Valoración de la incidencia sobre el paisaje

Valoración de impactos durante la fase de construcción

El desarrollo de las diferentes acciones necesarias para la construcción de las actuaciones proyectadas puede modificar de manera significativa el paisaje del entorno de la obra. Los principales impactos se deberán a la introducción de elementos ajenos, establecimiento de instalaciones auxiliares de obra, vehículos de transporte de materiales, acopio de materiales, accesos, etc. Estos elementos involucrados en el desarrollo de las obras alteran la configuración habitual del entorno, introduciendo modificaciones en la linealidad, textura, cromatismo, nivel sonoro, etc.; lo que genera afecciones en un sentido u otro sobre la plasticidad del conjunto.

La modificación del paisaje preexistente por las obras planteadas es de carácter temporal mientras duren las mismas y estará condicionada a la ubicación de los elementos de obra. La finalización de las obras conlleva la retirada de todos los elementos constructivos que alteraban el paisaje, por lo que estas afecciones tienen carácter temporal y se eliminan completamente al finalizar la fase de construcción. Por tanto, es un impacto negativo de duración variable según el avance de las obras, de carácter temporal y reversible.

Valoración de impactos durante la fase de explotación

El concepto de calidad de un paisaje está relacionado con la bondad de la percepción que tiene el observador. La dificultad radica en cómo valorar la calidad (actual o futura) para decidir si el cambio es asumible, teniendo en cuenta que este ejercicio de comparación contiene una gran dosis de subjetivismo. La fragilidad es la capacidad que tiene un paisaje de transformarse en su identidad o esencia al introducirse los cambios de una determinada actuación; es un concepto opuesto a la capacidad de absorción del medio (capacidad que tiene un paisaje para acoger los nuevos elementos sin verse alterado en esencia). En la valoración de impactos puede definirse como la cualidad intrínseca del paisaje que permite o favorece la ocurrencia de un impacto negativo.

En todo caso, la determinación del impacto paisajístico de cualquier proyecto presenta una componente subjetiva, si bien existen aspectos como la cuenca visual o el número potencial de observadores, que permiten valorarlo de un modo más objetivo.

La valoración de impactos sobre el paisaje se centra en los principales aspectos que caracterizan la calidad y en cómo las acciones proyectadas interfieren o modifican los mismos; teniendo en especial consideración la fragilidad de las diferentes unidades afectadas. Estos aspectos, como el medio físico inerte (topografía, desniveles, morfología, etc.), medio biótico (características de la vegetación y presencia de fauna), calidad ambiental, actividades humanas y contrastes paisajísticos, se valoran en su conjunto, tomando en consideración las posibles interacciones entre los mismos. Además, se incorporan valores visuales como la naturalidad, linealidad, textura, cromatismo, fondo escénico, etc., así como otros asociados a la percepción, como los relativos al ruido, olores, etc.

El análisis de las múltiples variables consideradas permite establecer un orden de magnitud y de importancia de los impactos paisajísticos. De esta valoración se extraen conclusiones relativas al diseño de las obras y posibles medidas correctoras de las afecciones detectadas.



La aportación de arena para regenerar la playa constituye un impacto positivo respecto a la calidad del paisaje, ya que supone una mejora general de una playa que se encuentra actualmente en erosión y con un alto grado de deterioro de su calidad paisajística.

La remodelación de los espigones perpendiculares a la línea de costa supone una reducción de la calidad del paisaje, ya que los actuales espigones se encuentran hundidos en el terreno y algunos de ellos resultan prácticamente invisibles, presentándose como elementos irregulares a lo largo del frente de la playa. Con las obras de remodelación de los espigones actuales, éstos resultarán visibles en su primer tramo, constituyendo por tanto un efecto negativo.

Sin embargo, hay que destacar que los espigones ya existen en la playa actualmente y que este recrecimiento se efectuará únicamente sobre uno de cada dos de los actuales espigones. Además, dadas las características del diseño planteado para esta remodelación, sólo serán totalmente visibles en situación de bajamar, encontrándose parcialmente cubiertos en el resto de situaciones de marea. Por otro lado, la aportación del material de relleno de la playa cubrirá estos espigones, de modo que no se verán en un principio, hasta que la arena de regeneración se vaya redistribuyendo y reacomodando a lo largo del perfil de la playa. Todos estos factores contribuyen a atenuar el efecto negativo sobre la calidad del paisaje que, a pesar de tratarse de un efecto irrecuperable, puede considerarse de intensidad baja.

El recrecimiento de los espigones supone por tanto un impacto residual negativo en lo que se refiere a la calidad paisajística, pero este efecto se ve compensado por el papel que juegan en la regeneración de la playa y el mantenimiento de su estabilidad. Además se establecen medidas correctoras respecto al tipo de escollera utilizada en la remodelación, que se incluyen en el apartado correspondiente. Por todo ello, en conjunto, el impacto de las actuaciones proyectadas sobre el paisaje se considera un impacto positivo.

6.4.6. Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000 y otros espacios protegidos

Las posibles afecciones de las obras sobre los espacios protegidos de la Red Natura 2000 y otros espacios protegidos, están relacionadas con la dispersión de finos durante la fase de construcción y con la posible afección a la dinámica litoral en la fase de explotación.

ZEC Doñana (ES0000024) y Reserva de la Biosfera de Doñana

Por lo que se refiere a la posible afección por eventuales los procesos de dispersión de finos durante la fase de construcción, se trata de un efecto temporal y reversible, cuya afección a zonas fuera del entorno de las obras puede evitarse por medio de la aplicación de las pertinentes medidas preventivas descritas en el apartado correspondiente.

Con el fin de valorar el posible impacto de las obras durante sobre Doñana durante la fase de explotación, se analiza en primer lugar la evolución de la costa en el tramo que afecta a este espacio de la Red Natura 2000.

Debido a la dificultad que tiene estudiar la evolución de la línea de orilla en mares con carrera de marea elevada, se ha analizado la evolución de la línea que marca el inicio de la vegetación al sur de Matalascañas. Este límite presenta muchas menos oscilaciones estacionales que la línea de orilla, por lo que da una buena idea de la evolución a largo plazo del sistema, aunque no se disponga de una serie fotográfica amplia.

La figura 6.7 muestra una comparación entre fotografías aéreas correspondientes a diversos años, empezando en el año 1977, antes de la construcción del paseo marítimo y de los espigones de retención. Se puede observar cómo el frente dunar se ha mantenido bastante fijo todo este tiempo,



excepto en el año 2004 en el que se produce un avance notable del mismo. Sin embargo, hacia el sur el frente dunar está actualmente más adelantado que en el año 1977.

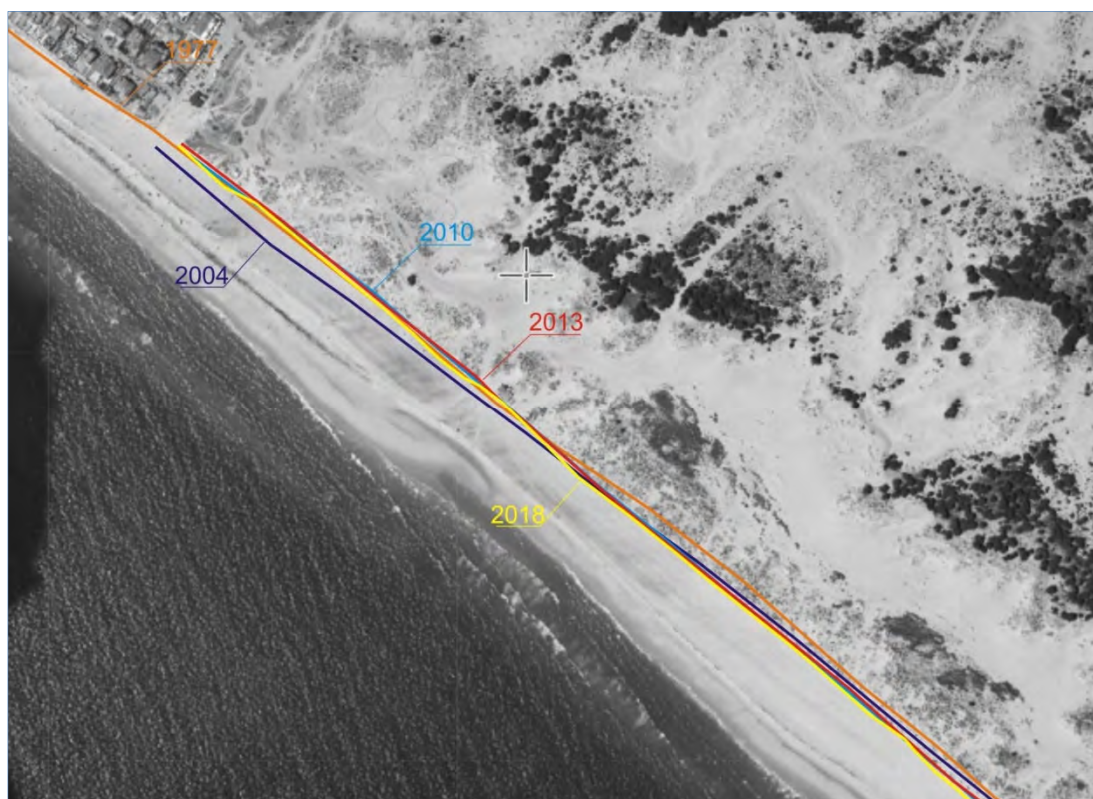


Figura 6.7 – Evolución del límite dunar inmediatamente al sur de Matalascañas. Años 1977, 2004, 2010, 2013 y 2018

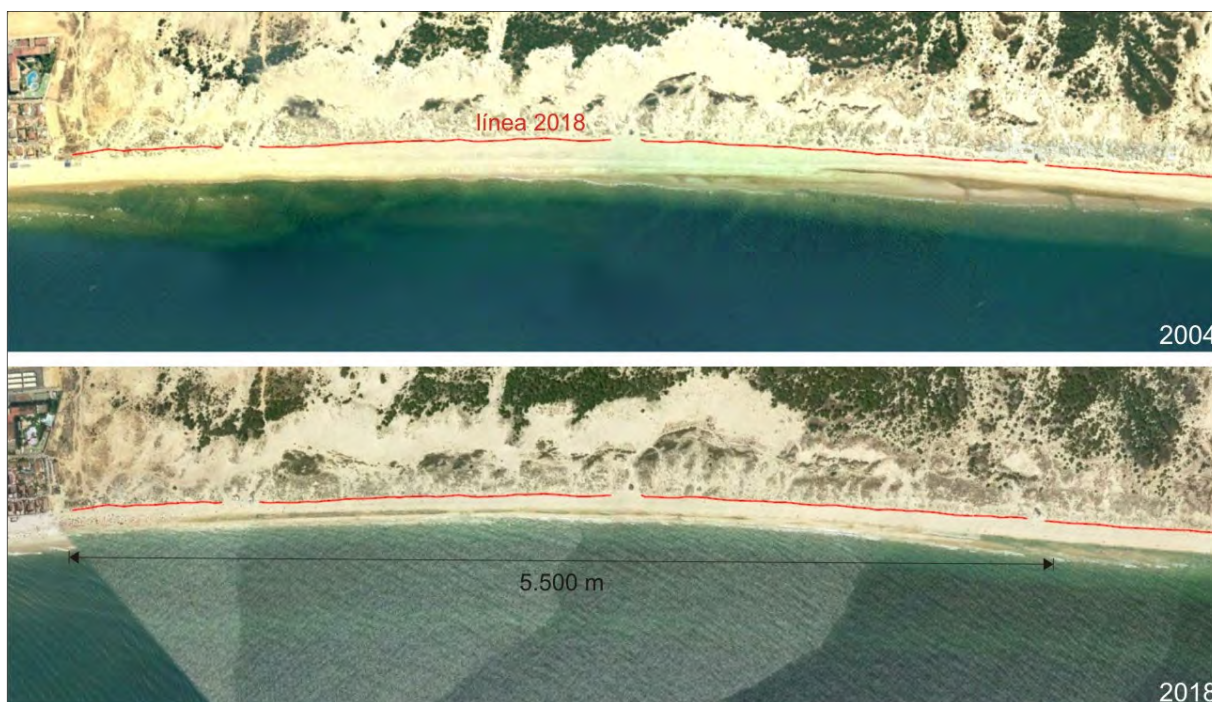


Figura 6.8 – Evolución del límite dunar en la playa de Doñana



La figura 6.8 muestra la comparación de la evolución de un tramo de 2.7 km al sur de Matalascañas, entre los años 2004 y 2018. No se aprecia alteración significativa alguna en la posición del límite dunar en este tramo, lo que parece indicar que la costa se encuentra en una situación bastante estable.

Esta conclusión coincide bastante bien con los análisis de García y Vallejo (2012), en los que se utilizan ortofotografías e imágenes de satélite correspondientes al periodo 1956-2009 para elaborar un modelo digital del terreno, incluyendo la playa alta o playa seca, y las distintas unidades dunares interiores. En la figura 6.9 se presenta la anchura de la playa alta y su tasa de crecimiento para toda la costa de Doñana, partiendo desde el límite de la urbanización de Matalascañas. Según se concluye en el análisis, hay una correlación entre la anchura de la playa y su tasa de acreción/erosión, incrementándose ambos valores hacia el extremo sur de la unidad. También se aprecia cómo en los primeros 5 km al sur de Matalascañas, las tasas de crecimiento son positivas aunque bajas, llegando a ser negativas en algún punto aislado. En este tramo inicial la playa seca muestra una anchura similar a la del resto de la unidad.

Hay que tener en cuenta que el cambio de orientación de la costa de Doñana comienza a producirse a unos 3.5 km al sur de Matalascañas, cerca del tramo en el que se produce una mayor tasa de crecimiento de la playa seca.

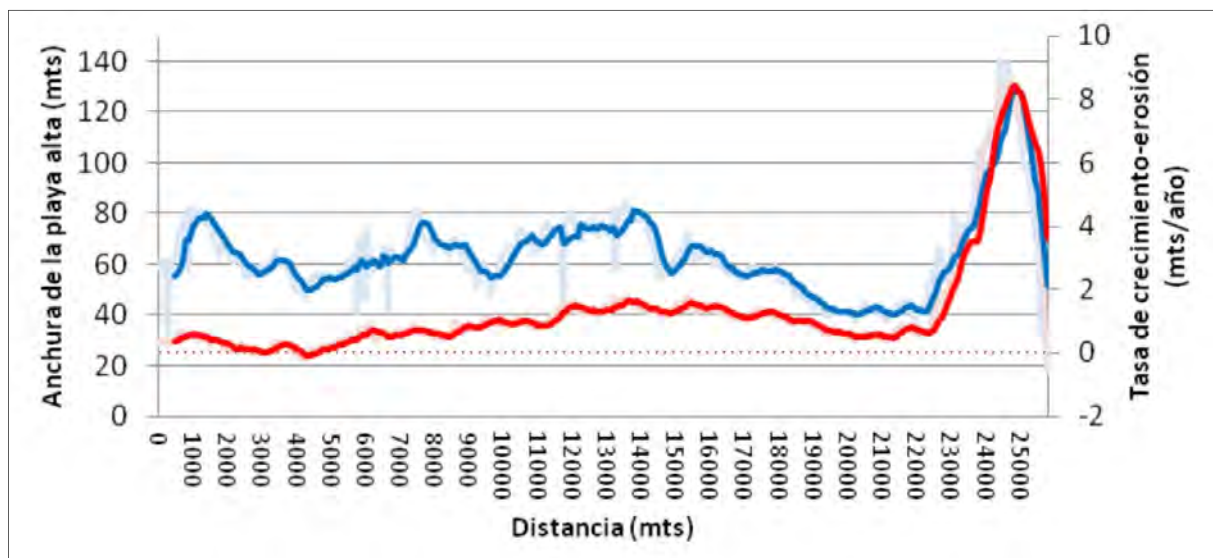


Figura 6.9 – Evolución del límite dunar inmediatamente al sur de Matalascañas (línea roja, tasa de crecimiento; línea azul, anchura de playa) (Fuente: García y Vallejo, 2012)

Como conclusión de lo expuesto, se pueden señalar los siguientes puntos:

- Al sur de Matalascañas comienza a producirse un descenso lento del transporte sedimentario, motivo por el cual en las últimas décadas la costa de Doñana se encuentra en un proceso acumulativo. Este proceso acumulativo es reducido en los primeros 5 km de playa, y crece hasta un valor de 1 m/año hacia el sur de la playa
- La construcción del paseo marítimo de Matalascañas y de los espigones de retención no han causado ninguna tendencia erosiva en la playa de Doñana, ni tan siquiera en la zona más cercana a la urbanización
- Tras las obras de regeneración, se producirá un incremento del transporte sedimentario hacia el Sur debido a la aportación de 700.000 m³ de arena a la costa. Esta arena no será retenida en su totalidad por los espigones remodelados, sino que una gran parte se incorporará al



transporte neto longitudinal, incrementando su volumen actual. Esto supondrá un beneficio para la playa de Doñana, que recibirá inicialmente un aporte suplementario de sedimento.

- El recrecimiento de los espigones es una obra de mucha menor envergadura que la construcción de los espigones originales de 1982, ya que sólo se actúa sobre una de cada dos obras, y sólo sobre la mitad de su longitud
- El espigón situado más al sur sobre el que se actúa se encuentra a una distancia de 820 m del inicio de la playa de Doñana. Se considera que esta distancia es suficiente como para que el transporte litoral se recupere de cualquier posible influencia del recrecimiento de los espigones

Por tanto, se considera que las obras previstas no tendrán ningún impacto negativo durante la fase de explotación sobre la playa de Doñana, la cual se encuentra en un proceso acumulativo que no ha sido afectado por ninguna de las actuaciones anteriores (espigones y paseo marítimo), de mayor envergadura que la que ahora se propone.

LIC Marismas del Odiel (ES0000025) y otros espacios de la Red de Espacios Protegidos de Andalucía (RENPA)

Tras el estudio de los diversos factores implicados, no se espera ningún tipo de afección sobre el LIC Marismas del Odiel, perteneciente a la Red Natura 2000, debido a que tanto la dinámica de corrientes como el transporte litoral de la zona presentan una dirección general en sentido norte-sur y este espacio se encuentra al norte de la zona de actuación, por lo que ni los fenómenos de dispersión producidos en las labores de construcción, ni cualquier posible afección a la dinámica sedimentaria, producirá modificación alguna en este espacio protegido.

Lo mismo sucede con todos los espacios que se encuentran al norte de las actuaciones proyectadas, o aquéllos que no tienen contacto con el litoral en su delimitación.

Por tanto, el impacto se considera neutro o nulo.

6.4.7. Valoración de la incidencia sobre la flora y la vegetación

Posible afección a los HIC en el entorno de la zona de actuación

Según se ha visto en el capítulo anterior, el único HIC presente en la playa de Matalascañas, es el HIC 1210, vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados.

Según se recoge en la ficha publicada por la Consejería de Medio ambiente y ordenación del territorio de la Junta de Andalucía “*Los HICs de Andalucía (Hábitats terrestres) Caracterización ecológica y distribución*” correspondiente al HIC 1210, se trata de vegetación efímera que se desarrolla sobre los acúmulos de desechos marinos arrojados por el mar sobre sustratos arenosos o guijarros. En esa ficha se explica que se trata de un hábitat marcado por la inestabilidad tanto temporal como espacial. En esta ficha se menciona además que el HIC debe interpretarse como la zona de la costa con acumulación de desechos marinos donde se desarrolla un tipo concreto de vegetación, más que la propia vegetación en sí.

Por otro lado, en la ficha del hábitat, *1210 Vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados* (Royo, L. & Traveset, A., 2009). En: VVVV.AAAA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino*, se menciona que no existe información cartográfica de detalle de la distribución de este tipo de hábitat a nivel nacional. Su carácter, en muchas ocasiones estacional y/o efímero, aumenta la dificultad de las tareas de cartografiado de su distribución.



Desde la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía) se está llevando a cabo la revisión de los Hábitats de Interés Comunitario (HICs) terrestres recogidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres). La información acerca de los hábitats de interés comunitario se genera con un doble objetivo. Por un lado, proporcionar una base de referencia sobre la distribución de los HICs como apoyo a la gestión y por otro, obtener la mejor información posible para dar cumplimiento al Artículo 17 de la Directiva Hábitat, mediante la realización del próximo informe sexenal correspondiente al año 2018.

Se estudian desde el punto de vista de la interpretación, localización, delimitación y valoración del estado de conservación. La interpretación de los HIC y su delimitación territorial constituye una labor compleja en un territorio amplio y biodiverso como es Andalucía, donde se han detectado 72 hábitats terrestres diferentes, algunos de los cuales se subdividen para su mejor comprensión, llegando a constituir 111 capas de información.

Cada uno de ellos engloba una casuística peculiar, donde no siempre es fácil trasladar la definición del HIC al territorio, configurar su relación con la fitosociología o detectarlos mediante la fotointerpretación, que es la principal herramienta disponible. Como proceso general para todos los HICs se realiza una revisión continua de las capas enviadas para el Informe sexenal de 2012, mediante la comprobación sobre ortofotografía. El grado de precisión es diferente para cada HIC, teniendo en cuenta las características y extensión de los mismos y las necesidades de gestión, y sin el deseable apoyo de información actualizada de campo. La última actualización realizada corresponde a diciembre de 2016 y constituye la información de referencia actual sobre distribución para los HIC en Andalucía.

En el caso concreto del HIC 1210, la estacionalidad y la inestabilidad temporal mencionadas, explican el hecho de que la superficie de ocupación de este HIC no haya variado en los diferentes tramos de la costa atlántica andaluza analizados a lo largo de las campañas realizadas hasta la actualización de diciembre de 2016, a pesar de las variaciones que ha sufrido la costa de forma natural en esa zona.

Ello es debido al hecho ya mencionado anteriormente que se recoge en la ficha de la Consejería de Medio ambiente y ordenación del territorio de la Junta de Andalucía, aclarando que el HIC debe interpretarse como la zona de la costa donde se desarrolla un tipo concreto de vegetación, más que la propia vegetación en sí.

Todo ello indica que, en el caso concreto de este tipo de hábitat, su condición efímera e inestabilidad temporal imposibilitan el establecimiento de una situación preoperacional con un estado de conservación determinado que sirva de referencia para el análisis. Por lo tanto, el modo adecuado de proceder es valorar la posible afección de las obras de regeneración sobre los parámetros que afectan a las zonas susceptibles de ser colonizadas por las especies de este hábitat, y no una cuantificación de superficies, ya que no se puede determinar la presencia de este tipo de vegetación de forma estable en el tiempo, ni detectar su presencia en ciertas épocas del año.

Tomando como base la ficha del hábitat, *1210 Vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados* (Royo, L. & Traveset, A., 2009). En: VVVV.AAAA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino*, en la que se establecen los parámetros que afectan al estado de conservación y a la presencia de este hábitat, se realiza un análisis de las variables más significativas que pueden ser susceptibles de verse afectadas por las obras de estabilización de este tramo de costa. Así se podrá evaluar de la forma más precisa posible la afección de las obras al hábitat objeto de estudio, incluso durante la ausencia del mismo en ciertas épocas del año, ya que se estará enfocando el análisis hacia la evaluación de la afección a las zonas que son susceptibles de mostrar presencia del HIC, sin limitarse a la presencia de ejemplares concretos en un momento determinado.



De este modo se estará tomando en consideración la posible afección a pesar de la estacionalidad de este hábitat que, según se menciona en la ficha, hace que su presencia sea muy variable a lo largo de la línea de costa, así como también en el tiempo, pudiendo darse el caso de que durante algunos años las especies características de dicho hábitat no se desarrollen en un lugar concreto y que, pasado un tiempo, vuelvan a desarrollarse en el mismo lugar.

Las dimensiones de este tipo de hábitat dependen de la intensidad de los agentes físicos, como son las olas y la marea, la existencia y abundancia de materia orgánica sumergida adyacente (tipo algas o angiospermas) y la intervención humana. Los mejores ejemplos de este tipo de vegetación se observan en playas de pendiente poco acusada, poco visitadas o no influidas por el turismo.

Según se establece en la ficha, la propuesta de variables para la caracterización y seguimiento de este hábitat presenta marcadas dificultades, dada la enorme diversidad de variables que juegan un papel importante en el desarrollo del hábitat: geomorfología, origen estructural (biogénico/no biogénico), rango mareal, grado de antropización, régimen hídrico, etc. Existe una gran dificultad para el establecimiento de los valores de referencia, que deben considerarse como los adecuados u óptimos para cada enclave. Así, éstos pueden presentar una marcada variabilidad entre las diferentes regiones biogeográficas, no sólo a gran escala, sino en relación a factores locales que pueden determinar las singularidades de cada enclave en un momento determinado. Además, hay que destacar la poca información disponible actualmente para muchas de estas variables, sobre todo en cuanto a valores cuantitativos (diversidad, cobertura, rango mareal, grado de antropización, limpieza mecanizada...), para estos hábitat de carácter móvil, variable y no permanente es particularmente escasa o inexistente (*1210 Vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados (Royo, L. & Traveset, A., 2009). En: VVVV.AAAA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.*)

Tomando en consideración las características de las obras de estabilización y la dinámica de la zona, se evalúa la posible afección de las obras de regeneración a los diferentes factores y variables incluidos en la ficha del HIC como aquéllos susceptibles de variar el estado de conservación del hábitat en caso de verse modificados:

- Variable A1 – Dimensiones de la playa: el procedimiento de medición establecido en la ficha es el siguiente: mediante ortofotografía aérea, se medirá la distancia entre el límite de la pleamar media (reconocible en las fotos por el contacto gris-blanco próximo a la orilla) y el comienzo de las primeras dunas embrionarias (reconocible en las fotos por tratarse de los primeros relieves arenosos con cierta cobertura vegetal). Posteriormente, según la escala real de la fotografía aérea, se calculará la distancia en metros. Respecto a esta variable hay que tener en cuenta que las obras de regeneración de la playa van a suponer un aumento del ancho de la playa en 20-25 m aproximadamente, por lo que en caso de producirse alguna variación del estado de conservación debida a este factor de análisis, será una modificación hacia un estado más favorable, tratándose por tanto de un impacto positivo.
- Variable A2 - Aporte sedimentario: el procedimiento de medición establecido en la ficha para esta variable consiste en la observación de los cambios en la forma de las distribuciones de este tipo de hábitat. En todo caso, es importante señalar que la tipología de estados de conservación definida en este caso para este parámetro, se determina sobre la base del transporte eólico, que es un tipo de transporte al que no van a afectar las actuaciones proyectadas.
- Variable A3 - Incidencia del Clima Marítimo: la posible afección relativa a esta variable se basa en las posibles variaciones de la cota de inundación. Dado que la obra no va a afectar a la cota de inundación de la playa, no se considera esta variable en el análisis.



- Variable A4 – Rango de marea: El rango de marea no es un parámetro susceptible de verse modificado por la presencia de las obras de regeneración proyectadas, por lo que no se incluye en el análisis.
- Variable A5 – Frecuencia de oleajes energéticos: Las obras de estabilización no condicionan la frecuencia de los oleajes energéticos en la zona, por lo que no se trata de una variable a evaluar por la susceptibilidad de verse modificada por la actuación.
- Variable A6 – Presencia de otros hábitat dunares: según el análisis realizado en el apartado 5.10.2, las obras de regeneración no van a afectar a ninguna zona ocupada por otros hábitats de interés comunitario, por lo que no es necesario incluir esta variable en el presente análisis.
- Variable B1 - Aportes orgánicos de origen marino: Dado que las obras no van a afectar a los actuales aportes orgánicos existentes en la zona, no se incluye esta variable en el análisis.
- Variable B2 – Eficacia en la retención de arena: La valoración establecida en la ficha se basa en la observación de los individuos de la especie presentes en la zona y su relación con las acumulaciones arenosas. Dado que, las obras de regeneración no van a afectar a la capacidad de retención de arena de las especies presentes, no se incluye esta variable en el análisis.
- Variable B3 – Pendiente de la playa: Cuando un tramo de playa entra en erosión, la pendiente del perfil entre la pleamar media y la base de la duna tiende a elevarse sustancialmente, mientras que en las zonas de acumulación esta pendiente disminuye. Dado que se va a realizar un aporte de arena para regenerar la playa para combatir la erosión, no se prevé un aumento de la pendiente de la misma, por lo que es previsible que de producirse alguna modificación relativa a este factor en el estado de conservación del hábitat, será una variación hacia un estado más favorable tratándose por tanto de un efecto positivo.
- Variable B4 – Retirada de desechos marinos acumulados: No se trata de una variable que dependa de la presencia de las obras de estabilización en la zona, por lo que no se valora en el análisis.
- Variable B5 – Limpieza mecanizada de la playa: No se trata de una variable que dependa de la presencia de las obras de estabilización en la zona, por lo que no se valora en el análisis.
- Variables relativas a las especies: las obras de estabilización no van a afectar a ninguna de las variables incluidas en la ficha del HIC bajo este epígrafe, por lo que no se incluyen en el análisis.

Es importante señalar que las obras de regeneración no se encuentran directamente incluidas en ningún espacio de la Red Natura 2000 y que en todo caso, en conjunto, estas obras podrían suponer un impacto positivo para la conservación de este hábitat, ya que se trata de una actuación encaminada a combatir la erosión, que es un fenómeno que supone una amenaza para este HIC.

Por lo que se refiere a otros HIC existentes en zonas más alejadas, que pudieran verse afectadas de forma indirecta por la actuación, es importante señalar que, tal como se ha mencionado en el análisis de la posible afección a los espacios de la Red Natura 2000, una parte del sedimento aportado a la playa se incorporará al transporte neto longitudinal a largo plazo, incrementando su volumen actual, lo que supondrá un beneficio para la costa de Doñana, que recibirá inicialmente un aporte suplementario de sedimento, favoreciendo así el desarrollo de otros HIC presentes en la zona.

6.4.8. Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico

La zona de actuación se encuentra dentro de la delimitación de la Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático Arenas Gordas-Desembocadura del Guadalquivir.

En la figura 6.6 se muestra la delimitación de la misma en el entorno de la zona de actuación.

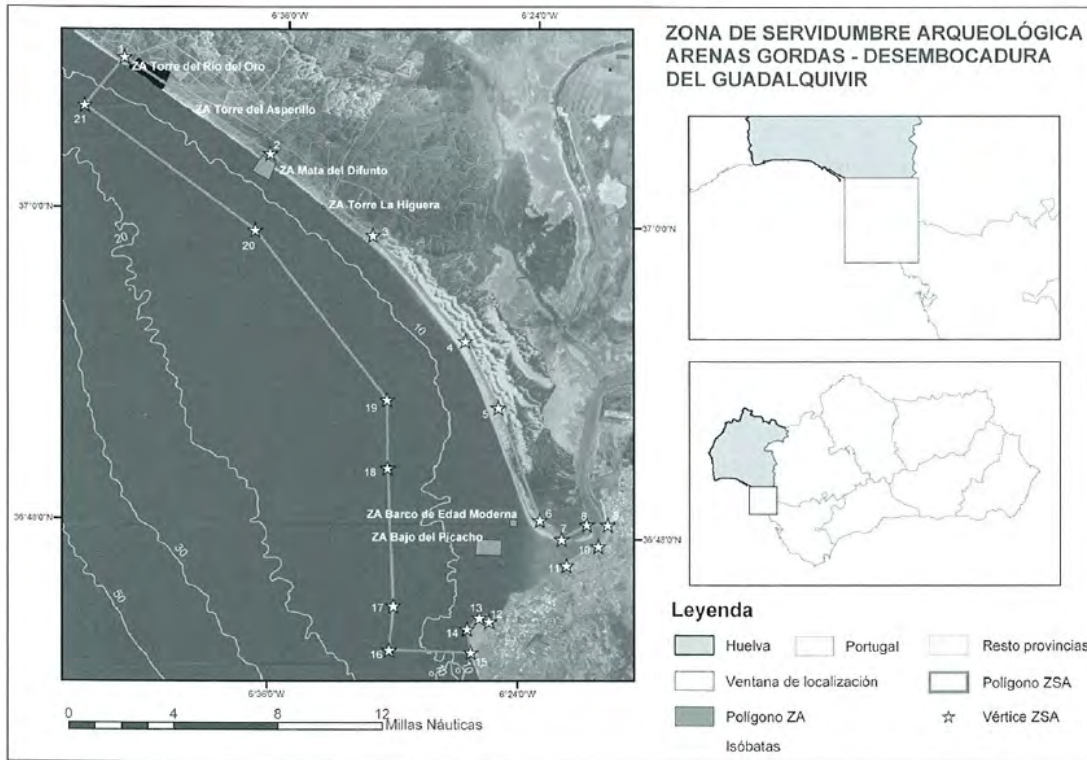


Figura 6.6 – Zona de Servidumbre Arqueológica Arenas gordas-Desembocadura del Guadalquivir

Dada la naturaleza y las características de las obras de regeneración que se van a ejecutar en la playa, no se prevé que puedan producirse afecciones al patrimonio arqueológico. No obstante, al hallarse la zona incluida dentro de la delimitación de la zona de servidumbre arqueológica, cualquier impacto que pudiera producirse se considera compatible siempre que se cumplan las exigencias establecidas en el apartado de medidas preventivas del presente documento.

6.4.9. Valoración de la incidencia sobre los recursos pesqueros

Según se recoge en el apartado 5.17, el frente litoral de Matalascañas se encuentra incluido en zona declarada Reserva de Pesca por la ORDEN de 6 de julio de 2010, por la que se modifica la de 16 de junio de 2004, por la que se declara una Reserva de Pesca en la desembocadura del río Guadalquivir. Esta reserva se encuentra dividida en cuatro zonas, A, B, C y D, siendo la zona D la correspondiente a la zona de actuación.

La repercusión que puede esperarse de las actividades de recuperación del frente litoral sobre la actividad pesquera de la zona es muy escasa o prácticamente nula debido a los siguientes condicionantes, que actuarán tanto durante la fase de construcción como en la de explotación:

La actividad pesquera descrita para la zona se desarrolla manteniendo cierta distancia a la costa y con un límite mínimo de profundidad impuesto por la seguridad y el calado de los barcos en muchas de las modalidades.



Durante la fase de construcción probablemente se genere una zona de afección debido a la sedimentación o al incremento de la turbidez, pero se trata de factores temporales y reversibles, que se limitan al periodo de las obras y que no afectará de forma significativa a la captura de las especies del entorno.

Durante la fase de explotación las características del medio no diferirán sensiblemente de las actuales, por lo que las especies seguirán presentes y su captura se realizará de la misma forma.

Las obras de remodelación de los espigones existentes no suponen ocupación de nuevos fondos, sino recrecimiento de las estructuras actuales, por lo que los únicos fondos ocupados directamente por las obras son los de la recuperación de la línea de orilla perdida en la erosión originada por los temporales, que no constituyen fondos singulares y no contienen especies exclusivas de especial relevancia económica o ecológica.

Atendiendo a estos criterios puede interpretarse que la obra proyectada no generará un impacto significativo sobre los recursos pesqueros ni sobre su explotación por parte de la flota pesquera local, por lo que el impacto se valora como compatible.

No obstante, se propone incluir en el Plan de Vigilancia la realización de un seguimiento de los recursos pesqueros en el entorno, con el fin de detectar cualquier posible afección a largo plazo.

6.4.10. Valoración de la incidencia sobre la socioeconomía

La regeneración de la playa tiene una relevancia muy positiva desde el punto de vista socioeconómico, ya que la playa de Matalascañas constituye un importante atractivo turístico que puede verse mermado por la erosión ocasionada por los temporales, por lo que la regeneración de la playa y el logro de los objetivos de estabilización de la misma suponen un elemento clave para el desarrollo de los usos recreativos de la zona.

En definitiva, el proyecto descrito conlleva una mejora social en la zona de actuación y supone un impacto significativo positivo.

6.5 Valoración global de los efectos

El análisis detallado de las valoraciones de cada impacto permite establecer una jerarquización de los impactos principales según su naturaleza positiva/negativa, su magnitud e importancia y la gravedad del impacto.

Entre todos los efectos analizados, ningún impacto ha tenido la calificación de impacto crítico, entendiéndose como tal aquel que supone una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas o correctoras.

El resumen de los efectos de las actuaciones proyectadas es el siguiente:

- Labores de dragado para la extracción de material de aportación: se trata de un impacto que en conjunto puede considerarse compatible con el medio. Hay que tener en cuenta además que en ambas zonas de extracción se han venido realizando dragados con el fin de obtener material para aportar a las playas del entorno en las obras de emergencia desarrolladas para paliar los efectos de los temporales de los últimos años y que hay operaciones de dragado que siguen activas en la actualidad con este fin. Además, tras la finalización de los dragados, el Servicio Provincial de Costas en Huelva tiene contratado un estudio de valoración de los



efectos, que se aportará en su momento como documentación adicional a tomar en consideración en este proyecto, formando parte del correspondiente Plan de Vigilancia.

- Dinámica litoral: las obras de regeneración en su conjunto supondrán un impacto compatible en la dinámica sedimentaria general del frente litoral, ya que se produce un aporte de material que es necesario para combatir el proceso de erosión, y por otro lado hay que tener en cuenta que los espigones a remodelar ya existen en la actualidad limitándose la actuación a 9 de los totales y quedando además gran parte del perfil activo de playa fuera de la protección de las nuevas obras.
- Calidad atmosférica: el impacto sobre la calidad atmosférica se limita a las posibles afecciones que pudieran producirse durante la fase de construcción, por lo que se trata de un impacto temporal y reversible, que puede minimizarse mediante la aplicación de las correspondientes medidas preventivas.
- Calidad de las aguas: durante la ejecución de las obras los parámetros físico-químicos del agua de mar circundante pueden verse afectados por un aumento de la turbidez. Este impacto tiene un claro efecto puntual que se limita al periodo de tiempo en el que se desarrollan las obras, tratándose por tanto de un efecto temporal y reversible. Por lo que se refiere a la posible afección al estado de las masas de agua superficiales, hay que tener en cuenta que los espigones de la playa de Matalascañas ya existen en la actualidad y la actuación proyectada plantea únicamente un recrecimiento de uno de cada dos de ellos en sus primeros 50 m, entre las cotas +4 y +1, por lo que puede decirse que dada la naturaleza y características de la actuación proyectada, no va a producir efecto alguno sobre el estado de las masas de agua superficiales.
- Paisaje: la aportación de arena para regenerar la playa constituye un impacto positivo respecto a la calidad del paisaje, ya que supone una mejora general de una playa que se encuentra actualmente en erosión y con un alto grado de deterioro de su calidad paisajística. La remodelación de los espigones perpendiculares a la línea de costa, valorada individualmente podría suponer un efecto negativo sobre el paisaje. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los espigones ya existen en la playa actualmente y que este recrecimiento se efectuará únicamente sobre uno de cada dos de los actuales. Además, dadas las características del diseño planteado para esta remodelación, sólo serán totalmente visibles en situación de bajamar, encontrándose parcialmente cubiertos en el resto de situaciones de marea. Por otro lado, la aportación del material de relleno de la playa cubrirá estos espigones, de modo que no se verán en un principio, hasta que la arena de regeneración se vaya redistribuyendo y reacomodando a lo largo del perfil de la playa. Por otro lado, se plantea el diseño de una escollera de tipo concertado, lo que constituye un aspecto visual más agradable. Todos estos factores contribuyen a atenuar el efecto negativo sobre la calidad del paisaje, que además se ve compensado por el papel que juegan en la regeneración de la playa y el mantenimiento de su estabilidad. Por todo ello, en conjunto, el impacto de las actuaciones proyectadas sobre el paisaje se considera un impacto positivo.
- Espacios de la Red Natura 2000: se considera que las obras previstas no tendrán ningún impacto negativo durante la fase de explotación sobre la playa de Doñana, la cual se encuentra en un proceso acumulativo que no ha sido afectado por ninguna de las actuaciones anteriores (espigones y paseo marítimo), de mayor envergadura que la que ahora se propone. Por lo que se refiere a otros espacios situados al norte de las actuaciones proyectadas, dado que tanto la dinámica de corrientes como el transporte litoral de la zona presentan una dirección general en sentido norte-sur, ni los fenómenos de dispersión producidos en las labores de construcción, ni cualquier posible efecto de la dinámica sedimentaria, producirá modificación alguna en este espacio protegido.



- **Vegetación y Hábitats de Interés Comunitario:** en conjunto, estas obras pueden suponer un impacto positivo para la conservación del HIC 1210, ya que se trata de una actuación encaminada a combatir la erosión, que es un fenómeno que supone una amenaza para este HIC. Por lo que se refiere a otros HIC existentes en zonas más alejadas, que pudieran verse afectadas de forma indirecta por la actuación, es importante señalar que una parte del sedimento aportado a la playa se incorporará al transporte neto longitudinal a largo plazo, incrementando su volumen actual, lo que supondrá un beneficio para la costa de Doñana, que recibirá inicialmente un aporte suplementario de sedimento, favoreciendo así el desarrollo de otros HIC presentes en la zona. Por tanto se trata de un impacto positivo.
- **Patrimonio arqueológico:** dada la naturaleza y las características de las obras de regeneración que se van a ejecutar en la playa, no se prevé que puedan producirse afecciones al patrimonio arqueológico. No obstante, cualquier impacto que pudiera producirse se considera compatible siempre que se cumplan las exigencias establecidas en el apartado de medidas preventivas del presente documento.
- **Recursos pesqueros:** atendiendo a la naturaleza, ubicación y características de las actuaciones puede interpretarse que la obra proyectada no generará un impacto significativo sobre los recursos pesqueros ni sobre su explotación por parte de la flota pesquera local, por lo que el impacto se valora como compatible.
- **Socioeconomía:** El proyecto de regeneración supondrá un impacto positivo ya que mejora las condiciones turísticas de una playa que se ha visto gravemente afectada por la erosión.

La valoración global de los efectos puede considerarse compatible con el medio destacándose además algunos valores significativamente positivos, atendiendo fundamentalmente a que se trata de un proyecto de protección de un tramo de costa que se encuentra gravemente afectado por la erosión.

En este sentido, es importante destacar que, tal como se ha mencionado anteriormente, **la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar ha desarrollado cuatro Estrategias para la Protección de la Costa en las zonas donde se han detectado mayores problemas de erosión, estableciéndose la playa de Matalascañas como tramo de costa prioritario para las actuaciones, dado que con la subida del nivel del mar debida al cambio climático se agravará la situación futura incrementándose su grado de vulnerabilidad.**



Capítulo 7

Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

7.1 Control de los efectos sobre el cambio climático

Según se establece en la *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española* elaborada según lo dispuesto en la Disposición Adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y aprobada por la Resolución de 24 de julio de 2017, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, la materialización de los objetivos planteados, y con el marco planteado por las directrices generales expuestas en la misma, sólo puede alcanzarse mediante la combinación de diferentes opciones de adaptación que deberán implementarse a través de planes específicos. La selección de las medidas más adecuadas es un aspecto sumamente complejo debido a la incertidumbre en la evolución y la acumulación de impactos asociados al cambio climático.

En este sentido, la Estrategia indica que existen multitud de problemas de origen antropogénico que pueden modificar considerablemente los riesgos ambientales en la costa y aunque se centra en los riesgos derivados del cambio climático y de los eventos extremos, destaca que la acción del hombre puede modificar considerablemente la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, entre otras cosas, por la ocupación de la línea de costa, cambios en la calidad de agua y otros muchos aspectos asociados a las diferentes trayectorias socioeconómicas. Estas modificaciones contribuyen a que el riesgo y las consecuencias resultantes en la costa puedan variar considerablemente ante la presencia de cambios en los factores climáticos.

En el diagnóstico incluido en la Estrategia, en el apartado correspondiente al turismo, se menciona que muchas playas retrocederán por efecto del cambio climático y que no siempre será posible protegerlas o recuperarlas. De hecho, entre los principios de sostenibilidad incluye el de *Evitar nuevas infraestructuras, construcciones y desarrollos urbanos en la franja costero-litoral*.

Por otro lado, dentro de los objetivos específicos de la Estrategia se incluyen:

- Garantizar que las actuaciones planificadas en la costa cuenten con la información y la metodología necesaria para que su diseño, construcción/implementación y operación/explotación sean acordes con los objetivos temporales de reducción de riesgo establecidos.
- Evitar actuaciones en la costa que reduzcan o anulen la eficiencia de medidas de adaptación implementadas o que no respeten los principios de resiliencia y sostenibilidad de la costa, necesarios para afrontar los efectos del cambio climático.

Por tanto, a pesar de que la actuación proyectada se trata de una obra de regeneración y estabilización cuyo objetivo es proteger la costa y evitar su creciente erosión, es importante tener en cuenta que se trata de una actuación en la costa que deberá ser controlada en todos sus aspectos y posibles afecciones, permitiendo que se alcance el objetivo de protección del litoral, sin incrementar los riesgos y vulnerabilidades.

Por este motivo, las medidas incluidas en cada uno de los aspectos a controlar dentro del ámbito del proyecto se establecen con el fin de dar cumplimiento a los objetivos y principios de la *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española*.



7.2 Buenas prácticas de obra

En la fase de construcción deberá aplicarse una serie de medidas y buenas prácticas organizativas, con el fin de limitar posibles afecciones ambientales:

Responsabilidades

- Coordinación de la responsabilidad de los diferentes agentes de la obra en materias de medio ambiente.
- Observar un estricto cumplimiento de las indicaciones de los encargados y de las instrucciones de trabajo de la empresa.
- Potenciar entre los trabajadores una actitud que contribuya al cumplimiento del Sistema de Gestión Medio Ambiental de la empresa.

Residuos

- Minimización de la generación de residuos.
- Fomentar la formación de los trabajadores para evitar el uso indebido de materiales y equipos. Reutilizar materiales en la medida de lo posible.
- Planificar debidamente, y con suficiente antelación, la contratación del gestor autorizado para la recogida de residuos, de forma que los residuos se puedan segregar, almacenar y gestionar adecuadamente desde el primer momento.

Consumos

- Realizar seguimientos del consumo energético de la obra.
- Definir un programa de inspecciones y lecturas periódicas del consumo en obra, para detectar posibles excesos y plantear objetivos de ahorro energético.
- Tratar de evitar el consumo excesivo e inadecuado del agua.
- Definir políticas y procedimientos que obliguen a utilizar máquinas de consumo mínimo.
- Asegurar el adecuado mantenimiento técnico de las mismas (que asegure una buena combustión en el motor), y el empleo de vehículos y maquinaria nuevos o recientes.
- Practicar la conducción adecuada de vehículos y máquinas para evitar excesos en el consumo de carburantes.
- Controlar y almacenar correctamente las piezas para el montaje de los encofrados. Guardar estos elementos en cajas, o similar, para evitar pérdidas, costes y afecciones innecesarias.

Vertidos accidentales y seguridad laboral

- Realizar una adecuada conservación y mantenimiento de herramientas e instalaciones para evitar fugas, emisiones y pérdidas de energía. Aplicar un plan de mantenimiento con inspecciones periódicas.
- Garantizar el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra con objeto de evitar derrames de combustibles o aceites. Evitar la realización de las operaciones de limpieza, y



mantenimiento de vehículos y maquinaria en obra. Estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.

Emisiones y ruido

- Control del ruido de la maquinaria en obra. Medir el ruido de las distintas máquinas que participan en la obra para determinar su legalidad, según umbrales establecidos por la legislación vigente. En caso de incumplimiento, incorporar sistemas silenciadores o tratar de sustituir la máquina.
- Revisión periódica de los vehículos de obra y mantenimiento de los mismos al objeto de adecuar a la legislación vigente las emisiones contaminantes de CO, NOx, HC, SO2, etc.

Vegetación

- Planificar las zonas accesibles a vehículos y maquinaria de las obras para evitar destrucción de zonas vegetales, compactación de suelos, exceso de ruidos, molestias a la población, etc.

Polvo

- Limitar las operaciones de carga/descarga de materiales, ejecución de excavaciones y, en general, todas aquellas actividades que puedan dar lugar a la movilización de polvo o partículas a periodos en los que el rango de velocidad del viento (vector dispersante) sea inferior a 10 km/h.
- Riego o humectación de las zonas de obra susceptibles de generar polvos, como zonas con movimiento de tierras y caminos de rodadura, además de la zona de instalaciones auxiliares de obra.
- Limpieza de los lechos de polvo en las zonas colindantes al ámbito de la obra donde, como consecuencia del transporte de materiales y tránsito de maquinaria, se hayan depositado.
- Reducción de la velocidad de los vehículos de obra con el objeto de disminuir la producción de polvos y la emisión de contaminantes gaseosos.
- Empleo de toldos en los camiones, o riegos del material transportado susceptible de crear pulverulencias o pérdidas de material en sus recorridos.

Factor humano

- Aplicación de la totalidad de las medidas de Seguridad e Higiene en el trabajo, así como de Prevención de Riesgos Laborales, y cumplimiento de la legislación vigente.
- Control del acceso de personal no autorizado, sobre todo a la zona de operaciones.



7.3 Control de los efectos sobre la dinámica litoral

En la *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española*, dentro de la categoría Ingeniería-Ecosistemas, se recoge como opción de protección, la medida de *Regeneración de playas y sistemas dunares* como solución al problema de erosión de la costa. De este modo se contribuirá a paliar los futuros impactos del cambio climático independientemente de las incertidumbres asociadas a la magnitud de los mismos.

Además es importante mencionar que en la Estrategia de protección de la costa de Huelva, en la que se indica que la playa de Matalascañas constituye un tramo de costa prioritario para las actuaciones, se establece una serie de medidas que deben llevarse a cabo en el ámbito del proyecto de regeneración.

Por tanto, las medidas que se detallan a continuación se establecen en el marco del seguimiento de los objetivos de las mencionadas Estrategias, con el fin de conseguir la mitigación y adaptación de los posibles efectos del cambio climático directamente relacionados con la naturaleza de las actuaciones del proyecto en un caso, y de cumplir con las medidas necesarias establecidas en el otro.

Se realizará un seguimiento de la evolución de la playa y el sistema litoral en su conjunto.

Se elaborarán posteriores estudios del comportamiento de la dinámica local, con el fin de determinar el alcance de un equilibrio estable satisfactorio de la planta y perfil de playa. Estos controles consistirán en la realización de batimetrías de control cada año y el estudio de la evolución del perfil de playa. Este seguimiento de la playa se realizará durante un periodo que incluya hasta cinco años después de finalizar las obras.

Además, se recomienda un Plan de Seguimiento que tendrá por objeto establecer si las obras generan mayor afección de la esperada, y proponer medidas correctoras adicionales según se considere necesario

7.4. Control de los efectos sobre la calidad atmosférica

Las operaciones propias del proyecto pueden generar emisiones atmosféricas produciéndose por ello un aumento en los niveles de inmisión (o disminución de calidad del aire).

La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española persigue la mejora medioambiental de la costa y el litoral frente a los efectos del cambio climático, por lo que determina una serie de principios de sostenibilidad entre los que se incluye la *Reducción de la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero*.

Las medidas aquí descritas están encaminadas a evitar las molestias que el polvo y las emisiones generadas durante la ejecución de las obras pudieran ejercer sobre el entorno.

7.4.1. Prevención de emisión de partículas en suspensión

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad del aire en el entorno de las obras y medios circundantes deben tomarse una serie de medidas preventivas tendentes a evitar concentraciones de partículas y contaminantes en el aire por encima de los límites establecidos en la legislación vigente.

Estas medidas recaen sobre las principales acciones del proyecto, generadoras de polvo o partículas en suspensión, fundamentalmente, transporte de materiales pulverulentos y funcionamiento de la maquinaria.



Riego de superficies pulverulentas

Se realizarán riegos periódicos con agua de los caminos de tierra habilitados para la circulación de maquinaria, de los acopios de tierras y áridos y en general de todas aquellas superficies que sean fuentes potenciales de polvo (incluidos aquellos materiales que son transportados en camiones, los cuales además de la medida anterior, serán regados antes de su cubrición en momentos de fuertes vientos o de sequía extrema), como medida preventiva durante la fase de ejecución de las obras, para evitar el exceso de emisión de partículas en suspensión a la atmósfera.

La periodicidad de los riegos se adaptará a las características de las superficies a regar y a las condiciones meteorológicas, siendo más intensos en las épocas de menores precipitaciones, de modo que en todo caso se asegure que los niveles resultantes de concentración de partículas en el aire, no superen los límites establecidos por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Se realizará una media de dos riegos diarios en la época estival, si bien esta periodicidad se modificará tras las inspecciones visuales que permitan determinar la necesidad de ampliar o reducir la periodicidad de los riegos para el cumplimiento de la legislación vigente.

Cubrición de los camiones de transporte de material térreo y de los acopios de áridos

Durante los movimientos de la maquinaria de transporte de materiales, se puede producir la emisión de partículas, afectando en las inmediaciones de las distintas rutas utilizadas.

La emisión debida a la acción del viento sobre la superficie de la carga de los volquetes se reducirá por confinamiento, cubriéndola mediante lonas de forma que se evite la incidencia directa del viento sobre ella y por tanto la dispersión de partículas. Las lonas deberán cubrir la totalidad de las cajas de los camiones. Esta medida se aplicará a todos los medios de transporte de materiales pulverulentos, principalmente en días ventosos y en zonas habitadas. En todo caso, es obligado que cuando estos vehículos circulen por carreteras lo hagan siempre tapados.

Igualmente se cubrirán con lonas los materiales pulverulentos que deban permanecer acopiados durante la ejecución de las obras con objeto de evitar la emisión de polvo a la atmósfera durante rachas de viento.

Limitación de la velocidad de circulación en zona de obras

Para reducir la emisión de partículas pulverulentas a la atmósfera se limitará la velocidad de circulación de la maquinaria en los caminos de obra no pavimentados a 30 km/h.

7.4.2. Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión

Los vehículos de motor y de la maquinaria de ejecución de las obras por debajo de los límites legales, se asegurará su buen estado de funcionamiento, para lo cual toda maquinaria presente en la obra:

- Debe mantenerse al día con la Inspección Técnica de Vehículos.
- Debe mantenerse la puesta a punto cumpliendo con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos, realizándose las revisiones y arreglos pertinentes siempre en servicios autorizados.

Con objeto de asegurar el mantenimiento adecuado de la maquinaria a lo largo de toda la duración de la obra se realizarán las comprobaciones oportunas al inicio de la obra, cada vez que entre una nueva maquinaria y periódicamente en función de la periodicidad establecida para dichos programas.



7.4.3. Prevención de ruido

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. Por este motivo el personal responsable de los vehículos, deberá acometer los procesos de carga y descarga sin producir impactos directos sobre el suelo tanto del vehículo como del pavimento así como evitar el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Como medidas más exigentes se establecen las siguientes:

- Para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte y descarga, se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000.
- Toda la maquinaria que se vaya a utilizar deberá estar insonorizada en lo posible según normativa específica. No se podrán emplear máquinas de uso al aire libre cuyo nivel de emisión medido a 5 m sea superior a 90 dBA. En caso de necesitar un tipo de máquina especial cuyo nivel de emisión supere los 90 dBA, medido a 5 metros de distancia, se pedirá un permiso especial, donde se definirá el motivo de uso de dicha máquina y su horario de funcionamiento.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria cumpliendo la legislación vigente en la materia de emisión de ruidos aplicable a las máquinas que se emplean en las obras públicas (Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su posterior modificación mediante el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril).
- Se controlará la velocidad de los vehículos de obra en las zonas de actuación y accesos (40 km/h para vehículos ligeros y 30 km/h para los pesados).
- Revisión y control periódico de escapes y ajuste de motores así como de sus silenciadores (ITV).
- Empleo de medidas que mejoren las condiciones de trabajo en cumplimiento del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Se evitará la utilización de contenedores metálicos.
- En los paneles informativos de la obra se dejará claramente patente el plazo de ejecución de la actuación para representar el carácter temporal de las molestias ocasionadas.

Limitaciones en el horario de trabajo

Cuando se precise maquinaria especialmente ruidosa se realizará el trabajo en horario diurno, de 8:00 a 22:00, establecido en la Ley 7/2002 en su Artículo 43, y en días laborables.

Se evitará el tráfico nocturno por núcleos urbanos los desplazamientos de los vehículos cargados de materiales o en busca de los mismos que atraviesen población urbana, de manera que los materiales se acopien en las áreas destinadas a tal efecto hasta la mañana siguiente. De esta manera se evitará la afección acústica a los residentes por el paso de los vehículos pesados.

Control de los niveles acústicos

En caso de considerarse necesario, se realizarán controles de las emisiones sonoras en las inmediaciones de las viviendas con probable afección acústica debido a la ejecución de las obras,



especialmente en los horarios más críticos en cuanto a la inmisión de ruido, para garantizar que los valores predominantes no excedan los límites de inmisión permitidos por la normativa vigente.

Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos por la normativa de aplicación, se propondrán las medidas correctoras adicionales oportunas.

7.5 Control de los efectos sobre la calidad de las aguas

La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española persigue la mejora medioambiental de la costa y el litoral frente a los efectos del cambio climático, por lo que determina una serie de principios de sostenibilidad entre los que se incluye la *Contribución al buen estado ambiental de las aguas marinas*. Las medidas de control establecidas a continuación están encaminadas al cumplimiento de este principio.

Teniendo en cuenta la valoración de los impactos potenciales, se deberá minimizar al máximo la resuspensión de materiales durante las obras para evitar aumentos de turbidez. Con este objetivo se proponen las siguientes medidas:

- Realizar las obras de reparación de los espigones existentes y de aportación de arena, así como las operaciones de dragado del material de aportación en condiciones climáticas adecuadas, evitando en la medida de lo posible el aumento de la dispersión de finos y favoreciendo así la sedimentación del material particulado y la recuperación de las condiciones preoperacionales en un intervalo menor de tiempo.
- En caso de que la sedimentación de la fracción fina se esté produciendo en zonas alejadas del área esperable, se pararán las actividades hasta que cambien las variables meteorológicas.
- Las labores de aportación de arena se realizarán en bajamar siempre que sea posible, con el objetivo de minimizar la dispersión.
- Siempre que sea posible se utilizarán barreras antidispersión para evitar la posible dispersión de finos y minimizar o eliminar las afecciones fuera del entorno inmediato tanto de las obras como de la zona de extracción.
- Los posibles residuos que se puedan generar durante las obras en la fase de construcción se gestionarán según la normativa aplicable. En ningún caso se verterán dichos residuos al terreno o a los cursos de agua.
- Los vertidos accidentales de aceites y combustibles serán retirados por los métodos habituales (bombas de succión).
- Los acopios temporales de los materiales, así como los sobrantes de obra, se situarán en zonas donde no puedan ser arrastrados por el agua.
- Se dispondrá de los medios e instalaciones precisas para la limpieza de las aguas con los equipos necesarios para la recogida de sólidos, recogida de hidrocarburos, sistema de oxigenación y sistema de aplicación de dispersantes, de manera que se cumpla la normativa internacional vigente sobre la contaminación del mar por vertidos de productos o materiales resultantes de operaciones portuarias, así como aguas sucias y basuras procedentes de buques (Convenios de Oslo y París, Londres y Marpol).



- Quedará terminantemente prohibido el vertido directo al mar de aguas residuales procedentes de las casetas de obra u otras instalaciones. Dichos vertidos se conectarán al alcantarillado. En caso de no ser posible, se instalarán sistemas prefabricados y cerrados.

7.6. Control de los efectos sobre el paisaje

Tal como se ha visto en el apartado de valoración de los efectos sobre el paisaje, la remodelación de los espigones vista como hecho aislado, constituye un efecto negativo sobre la calidad paisajística. A pesar de que algunas de las características de la actuación contribuyen a atenuar este efecto, como el hecho de que ya existan los espigones en la actualidad, que se actúe únicamente sobre uno de cada dos, que vayan a estar recubiertos de arena al inicio o que vayan ser parcialmente visibles por el efecto de las mareas, se establece una medida correctora en lo que se refiere al diseño del tipo de escollera.

Esta medida consiste en una colocación concertada de las piezas de escollera, de forma que queden trabados unas con las otras, alternando en lo posible los de distinto tamaño dentro de su categoría para tratar de evitar la continuidad de juntas en cualquier plano. En ningún caso se colocarán los cantos de forma que puedan rodar o deslizarse independientemente. De esta forma, la superficie exterior tendrá un aspecto liso y continuo, sin picos que sobresalgan de la misma, lo que le dará un aspecto visual mucho más agradable. En la figura 7.1 se muestra una fotografía comparativa de una escollera concertada con una escollera normal.



Figura 7.1 – Comparación de escollera concertada y no concertada

Por lo que se refiere a otros aspectos del control de la calidad paisajística, se establecen las siguientes medidas:

- Durante las obras, se cuidará del entorno con una adecuada y ordenada situación de los acopios, parque de vehículos y limpieza diaria de las zonas ocupadas y de trabajo.
- No se afectarán zonas litorales con ocupación temporal ni definitiva, salvo las que se especifiquen en el proyecto.
- Finalizadas las obras, se retirarán todos los materiales sobrantes e instalaciones auxiliares, restos de encofrados y materiales inútiles que hayan sido utilizados en las obras.
- Las áreas que en un principio sean destinadas a la acumulación y deposición de los materiales de obra quedarán rehabilitadas, tras la conclusión de los trabajos de construcción, a su estado inicial.



7.7. Control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000

Tal como se recoge en el capítulo 6, las obras de regeneración de la playa de Matalascañas no tendrán efectos negativos sobre la ZEC de Doñana, ni sobre otros espacios protegidos del entorno. Sin embargo, según se especifica en el apartado de control de los efectos sobre la dinámica litoral, deberá realizarse un control periódico de la evolución de la costa y de la dinámica sedimentaria de todo el conjunto litoral, con el fin de valorar los efectos de la actuación sobre estos espacios. De este modo se cumplirán además las medidas establecidas en la *Estrategia de Protección del Litoral de Huelva*.

Es importante mencionar además que la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española persigue la mejora medioambiental de la costa y el litoral frente a los efectos del cambio climático, por lo que determina una serie de principios de sostenibilidad entre los que se incluye *Evitar la alteración sustancial de ecosistemas, hábitats naturales y especie de flora y fauna de interés para la conservación o en situación de amenaza y limitar su afección por infraestructuras al mínimo indispensable y en ausencia de otras alternativas*. Por este motivo, en el control establecido en el apartado correspondiente a la dinámica litoral, se incluirá el análisis de la evolución de la costa de la ZEC de Doñana.

Por lo que se refiere al control del Espacio marino del Tinto y del Odiel en el que se encuentra incluida una de las zonas de extracción propuestas, se propone la búsqueda de nuevas zonas de bancos de arena en el mismo sector, pero a profundidades superiores a los 8-10 metros y a ser posible fuera de espacios protegidos.

7.8. Control de los efectos sobre la vegetación y los Hábitats de Interés Comunitario

En lo que se refiere a este apartado y en la misma línea que los apartados precedentes, es importante tener presente que la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española persigue la mejora medioambiental de la costa y el litoral frente a los efectos del cambio climático, por lo que determina una serie de principios de sostenibilidad entre los que se incluye *Priorizar la conservación de las especies españolas endémicas (exclusivas a nivel mundial), especies incluidas en los catálogos de especies amenazadas o protegidas a nivel internacional que son propias de los ecosistemas marinos, costeros y estuáricos, así como Evitar la alteración sustancial de ecosistemas, hábitats naturales y especie de flora y fauna de interés para la conservación o en situación de amenaza y limitar su afección por infraestructuras al mínimo indispensable y en ausencia de otras alternativas*.

Por tanto, las medidas que se detallan a continuación se establecen en el marco del seguimiento de los objetivos de la mencionada Estrategia, con el fin de conseguir la mitigación y adaptación de los posibles efectos del cambio climático directamente relacionados con la naturaleza de las actuaciones del proyecto.

- Se aplicarán las medidas correspondientes a minimizar la turbidez de las aguas, con el objeto de que no se vean afectadas las comunidades marinas o que lo hagan durante el menor tiempo posible. En este sentido se deberán extremar las precauciones para evitar la extensión de la turbidez hacia las zonas alejadas del entorno inmediato de las obras, y de la zona de extracción del material.
- Se restringirá la ocupación del terreno durante las obras. Esta ocupación se ceñirá lo más posible a la zona de actuación. Para ello, se procederá al balizamiento de la zona de ocupación estricta, señalizando asimismo los límites de las zonas de vertedero, zonas de acopio, zonas de instalaciones auxiliares y caminos de obra



- Se establecerán medidas de prevención contra incendios para dar cumplimiento a la Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOE 190 de 10/08/1999)
- Una vez finalizada la obra, se procederá a la limpieza total de las superficies afectadas, así como a la restauración de las mismas, especialmente las zonas ocupadas por instalaciones temporales.
- Dada la cercanía de la ZEC de Doñana, de haber zonas cercanas al tránsito de vehículos de obra en las que se encuentren comunidades de hábitats dunares y otras especies de las zonas vegetadas, serán protegidas durante la ejecución de las obras mediante el jalonamiento y señalización de las mismas en el entorno de las zonas de extracción y de tránsito. El camino de salida de los camiones se ejecutará respetando, en todo momento, estas comunidades y evitando, en la medida de lo posible, cualquier afección sobre las mismas. Tras la finalización de las obras se dismantelará el camino devolviendo la zona a su estado original.
- En el Plan de Vigilancia se comprobará el buen estado de todas las especies y la no afección por el paso de los camiones y las actividades de las obras.
- Tomando como base los parámetros de caracterización ecológica establecidos en la ficha del hábitat, 1210 Vegetación efímera sobre desechos marinos acumulados (Royo, L. & Traveset, A., 2009). En: VVVV.AAAA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y teniendo en cuenta las características de las obras de estabilización, se propone un seguimiento de la variación de la morfología (extensión y ancho de la playa y pendiente de la playa), con el fin de controlar las posibles modificaciones que estas variables pudieran inducir en el estado de conservación del HIC 1210. Se trata en realidad de un seguimiento contenido en el correspondiente Plan de Vigilancia.

7.9. Control de los efectos sobre el patrimonio arqueológico

Al igual que en los apartados precedentes es importante tener presente que la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española persigue la mejora medioambiental de la costa y el litoral frente a los efectos del cambio climático, por lo que determina una serie de principios de sostenibilidad entre los que se incluye *Fomentar medidas que impliquen la protección y revalorización del patrimonio cultural asociado a la costa.*

Por tanto, las medidas que se detallan a continuación se establecen en el marco del seguimiento de los objetivos de la mencionada Estrategia, con el fin de conseguir la mitigación y adaptación de los posibles efectos del cambio climático directamente relacionados con la naturaleza de las actuaciones del proyecto.

Tal como se ha indicado anteriormente, la playa de Matalascañas se encuentra incluida dentro de la delimitación de la Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático Arenas Gordas-Desembocadura del Guadalquivir. Por su parte, la zona de extracción del dique Juan Carlos I se encuentra en la Zona de Servidumbre Arqueológica Espacio subacuático zonas portuarias-Marismas del Odiel.

En primer lugar, si durante el transcurso de cualquier actividad relacionada con las actuaciones se produjera un hallazgo arqueológico casual, se procederá a la comunicación a la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Huelva en el transcurso de 24 horas, tal y como establece el Art.º 50 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, y en los términos del



Art.º 81.1 del Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento del Patrimonio Histórico de Andalucía.

Además, en la zona de dragado propuesta junto al dique Juan Carlos I se procederá a una Actividad Arqueológica Preventiva de Prospección Subacuática con carácter previo a las actividades, y durante la realización de las mismas. Las operaciones de dragado conllevarán la Actividad Arqueológica Preventiva de Control de movimientos de tierra, con las consideraciones metodológicas que disponga la Delegación Territorial, tal como se establece en el informe de la Consejería de Cultura de la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Huelva de la Junta de Andalucía, emitido en mayo de 2018. Según este informe, la metodología a seguir en esta zona deberá ser la siguiente:

- El Control Arqueológico se llevará a cabo con el arqueólogo presente en la draga. La realización del Control a pie de playa no es garantía suficiente en ningún dragado, ya sea en una zona protegida o no por la legislación de la Consejería de Cultura. La presencia del técnico arqueólogo en la draga es fundamental para detectar el momento exacto de aparición de elementos arqueológicos, georreferenciando instantáneamente el lugar y registrando el hecho. Desde la playa resulta imposible dada la distancia desde la draga hasta la zona de acopio de arena y el continuo movimiento de la draga. Sobre todo en este caso, ya que la playa a regenerar se encuentra a bastante distancia
- Para facilitar la geolocalización de los restos arqueológicos que pudieran documentarse, deberá implementarse un sistema de posicionamiento con cuadrícula ortométrica georreferenciada en toda el área de dragado, así como disponer en la draga a utilizar de un sistema geográfico de posicionamiento particular que facilite el funcionamiento de dicho sistema.
- El personal técnico arqueólogo deberá recoger cada jornada en el libro diario la situación en la que se inicia y se finalizan las labores de dragado, teniendo en cuenta los posibles hallazgos arqueológicos que se realicen.
- En el caso de que se detecte la extracción de material arqueológico que pudiera indicar la existencia in situ de yacimientos subacuáticos sumergidos, deberá procederse de inmediato a la paralización de las labores de dragado, poniéndose inmediatamente en conocimiento de la Delegación Territorial para tomar las medidas oportunas al respecto. En función de los restos aparecidos se reanudarán las labores de dragado o se suspenderán hasta la realización de prospección arqueológica subacuática en la que se identifique la existencia o no de afección patrimonial.
- Se deberán proporcionar las batimetrías finales del dragado.
- Según el art.49.2 de la mencionada Ley 14/2007 LPHA, "La Consejería competente en materia de patrimonio histórico queda facultada para inspeccionar en todo momento las obras y actuaciones que se realicen en Zonas de Servidumbre Arqueológica".

Por lo que se refiere a la zona de extracción propuesta en Punta Umbría, a pesar de encontrarse fuera de zonas protegidas por la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, dado que existen fundadas sospechas de probables restos arqueológicos, los trabajos de dragado conllevarán asimismo Actividad Arqueológica Preventiva de Control de movimientos de tierra. Según se indica en el informe de la Consejería de Cultura de la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Huelva de la Junta de Andalucía, emitido en mayo de 2018, la metodología será la siguiente:

- El Control Arqueológico se llevará a cabo con el arqueólogo presente en la draga. La realización del control a pie de playa no es garantía suficiente en ningún dragado, ya sea en una zona protegida o no por la legislación de la Consejería de Cultura. La presencia del técnico



arqueólogo en la draga es fundamental para detectar de manera instantánea la aparición de elementos arqueológicos, georreferenciando el lugar y registrando e identificando el hecho. Desde la playa resulta imposible dada la distancia desde la draga hasta la zona de acopio de arena y el continuo movimiento de la draga. Sobre todo en este caso, ya que la playa a regenerar se encuentra a bastante distancia.

- Para facilitar la geolocalización de los restos arqueológicos que pudieran documentarse, deberá implementarse un sistema de posicionamiento con cuadrícula ortométrica georreferenciada en toda el área de dragado, así como disponer en la draga a utilizar de un sistema geográfico de posicionamiento particular que facilite el funcionamiento de dicho sistema.
- El personal técnico arqueólogo deberá recoger cada jornada en el libro diario la situación en la que se inicia y se finalizan las labores de dragado, teniendo en cuenta los posibles hallazgos arqueológicos que se realicen.
- En el caso de que se detecte la extracción de material arqueológico que pudiera indicar la existencia in situ de yacimientos subacuáticos sumergidos, deberá procederse de inmediato a la paralización de las labores de dragado, poniéndose inmediatamente en conocimiento de la Delegación Territorial para tomar las medidas oportunas al respecto. En función de los restos aparecidos se reanudarán las labores de dragado o se suspenderán hasta la realización de prospección arqueológica subacuática en la que se identifique la existencia o no de afección patrimonial.
- Se deberán aportar las batimetrías finales del dragado.
- Según los artículos 103, 104 y 105 de la mencionada ley 14/2007, se deberán facilitar las labores de inspección a la actividad arqueológica autorizada.

7.10. Control de los efectos sobre factores socioeconómicos. Recursos pesqueros y turismo

Se proponen las siguientes medidas preventivas y correctoras de cara a minimizar los efectos del proyecto sobre la actividad turística y los recursos pesqueros y marisqueros, tanto en lo que se refiere a la fase de ejecución de las obras como a la fase de explotación:

- Para minimizar el impacto negativo de los trabajos sobre la actividad turística se deberá realizar la obra en una época diferente a la oficialmente reconocida como "época de baño".
- Para la reducción de la dispersión de los materiales finos deberán disponerse barreras antidispersión, de forma que se reduzca el impacto sobre comunidades alejadas del entorno inmediato de obra.
- Se delimitarán y señalizarán correctamente las zonas de trabajo, y se mantendrá informado en todo momento al sector pesquero de las actividades relacionadas con las obras, con el fin de evitar interferencias con su actividad.
- Con el objeto de evaluar y controlar en todo momento los posibles efectos de las obras sobre la actividad marisquera, se mantendrá contacto permanente con los técnicos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, con el fin de realizar un seguimiento adecuado de los recursos marisqueros en la zona, identificándose los posibles controles adicionales que con carácter excepcional sea necesario añadir durante la actuación



y con posterioridad a la misma. Sus resultados servirán para confirmar si las medidas preventivas funcionan de forma adecuada o si por el contrario es necesario adoptar nuevas.

- Se establecerá el correspondiente Plan de Vigilancia, con el fin de realizar un seguimiento adecuado de la actividad marisquera.

7.11. Control de residuos

Todos los residuos generados por actuaciones que no sean de estricta naturaleza constructiva (y por tanto no se consideren unidades de obra), deberán ser clasificados y manejados a cargo del Contratista, mediante una correcta gestión, en la que sea aplicada la legislación vigente al respecto.

- El manejo de residuos domésticos, comerciales e industriales se ha de realizar de acuerdo con la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados que deroga la Ley de 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- La eliminación de los residuos peligrosos deberá seguir un procedimiento distinto en función de su composición. Asimismo, deben ser retirados por gestores autorizados para cada tipo de residuo, y los costes derivados de esta gestión irán a cargo del centro productor. Se prestará especial atención a la gestión de aceites usados, con legislación específica que le atañe.
- Una buena práctica comenzará por tener en las zonas de instalaciones auxiliares propuestas, los contenedores adecuados para cada tipo de residuo, procediendo posteriormente, a su traslado a vertedero autorizado o instalación de tratamiento o eliminación.
- Los residuos generados por el personal adscrito a la obra serán depositados únicamente en los recipientes instalados para tal cometido, quedando prohibido el vertido, deposición o acumulación de basuras en otros lugares que no sean los establecidos. En este sentido se deberán crear zonas específicas para la segregación y depósito de residuos y su correcto almacenamiento. Los bidones para el depósito de residuos deberán estar correctamente identificados y etiquetados, especialmente los destinados a residuos peligrosos. Se establecerá un programa de retirada de residuos a vertederos autorizados con una periodicidad suficiente.
- Los escombros generados serán recogidos debidamente, así como cualquier residuo, quedando los que así lo indique la normativa vigente sujetos a la gestión de un gestor autorizado. Se archivará toda la documentación relativa a la gestión de dichos residuos. Se deberá mantener un registro de todos los residuos generados, con indicación del tipo de residuo, cantidad y nombre del agente receptor autorizado.



Capítulo 8

Programa de vigilancia y seguimiento ambiental

8.1 Objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental

Las medidas previstas para el seguimiento ambiental del “*Proyecto de aportación de arena y mejora de los dispositivos de retención en la playa de Matalascañas*” se recogen en el correspondiente Plan de Vigilancia Ambiental, cuyas características principales se enumeran a continuación.

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene por objeto verificar los impactos producidos por las acciones derivadas de las actuaciones del proyecto, así como la comprobación de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en el capítulo 6 y que deberán ser aceptadas con carácter obligatorio por la empresa contratada para la realización de la obra.

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras establecidas en el presente Estudio de Impacto Ambiental.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto que teóricamente generará la actuación, de acuerdo con lo expuesto en el presente estudio, y el real producido durante la ejecución de las obras y tras la puesta en funcionamiento.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación anterior a la ejecución de las obras; una de las funciones fundamentales del PVA es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica las medidas correctoras oportunas.
- Ofrecer los métodos operativos de control más adecuados al carácter del proyecto con objeto de garantizar un correcto programa de vigilancia ambiental.
- Describir el tipo de informes que han de realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.

En todo caso, el PVA ha de constituir un sistema abierto de ajuste y adecuación en respuesta a las variaciones que pudieran plantearse respecto a la situación prevista.

Además de los análisis y estudios que se han señalado, se realizarán otros particularizados cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioro ambiental o situaciones de riesgo, tanto durante la fase de obras, como en la de explotación.

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 y con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún incidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible de la variable en cuestión.

El plan ha de tener un carácter dinámico que debe ir parejo a la ejecución de las obras para garantizar la optimización de esta herramienta de verificación y prevención.



8.2 Contenido básico y etapas del Plan de Vigilancia Ambiental

La supervisión de todas estas inspecciones la llevará a cabo un técnico medioambiental que se contrate directamente o a través de una empresa especializada, durante la ejecución de las obras. La dedicación del mismo a la actividad si bien no ha de ser completa durante todo el periodo que ésta dure, debe ser suficiente para garantizar un seguimiento de detalle y pleno desarrollo de las actuaciones, así como la realización de las siguientes funciones:

- Realizar los informes del PVA
- Coordinar el seguimiento de las mediciones.
- Controlar que la aplicación de las medidas preventivas y correctoras adoptadas se ejecute correctamente.
- Elaborar propuestas complementarias de medidas correctoras.
- Vigilar el desarrollo de la actuación al objeto de detectar impactos no valorados a priori.

En el desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental, el proyecto presenta tres fases claramente diferenciadas, caracterizadas con parámetros distintos: fase previa a la construcción, fase de construcción y fase de explotación.

Fase previa a la construcción

Constituye la etapa previa a la ejecución del proyecto y se llevará a cabo antes del inicio de las obras. El objetivo de esta fase es el de realizar un reconocimiento sobre el terreno de la zona que se verá afectada por las obras, tanto en la franja emergida como sumergida, recabándose toda aquella información que se considere oportuna y entre la que se incluirá:

- Toma de fotografías.
- Muestreo de calidad de las aguas antes del inicio de las obras
- Saneamiento y gestión de residuos en las instalaciones de servicios propios de obra.

Fase de construcción

Esta etapa se prolongará por el espacio de tiempo que duren las obras. Durante este período se realizarán inspecciones aleatorias sobre el terreno en función de la evolución de los trabajos que se vayan realizando.

El intervalo transcurrido entre dos visitas sucesivas no superará los treinta días. El objetivo propio de esta fase se centra en realizar un seguimiento directo de las obras, verificando el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras especificadas. Dentro de los controles a realizar, se prestará especial atención a la calidad de las aguas marinas durante la fase de construcción.

Fase de explotación

Esta fase dará comienzo justo después de concluir las obras, realizándose un seguimiento del retorno de las condiciones ambientales posterior a la finalización de las obras, incluyendo la correspondiente redacción de informes. Si durante el periodo de tiempo establecido para el seguimiento al término de las obras se percibiera algún impacto significativo no previsto, se propondrán de inmediato las posibles medidas correctoras a aplicar con el fin de minimizar o eliminar los efectos no deseados.



8.3 Seguimiento y control

El contratista de la obra deberá responsabilizarse del cumplimiento estricto de la totalidad de los condicionados ambientales establecidos para la obra, que se encuentren incluidos en el proyecto, en el estudio de impacto ambiental, en el correspondiente informe ambiental o en la legislación vigente. Por lo tanto, debe conocer estos condicionados y ponerlos en ejecución.

El promotor y, en su caso, el contratista principal, deben definir quién será el personal asignado a las labores de seguimiento y vigilancia ambiental en obras. En el caso de la vigilancia del contratista principal, se designará un Jefe de Medio Ambiente o el Jefe de Obra, en caso de que no exista la figura anterior.

El equipo encargado de llevar a cabo el PVA estará compuesto por:

- El responsable del programa: debe ser un experto en alguna de las disciplinas especializadas y con experiencia probada en este tipo de trabajos (ingeniero de montes, ingeniero agrónomo, ingeniero de caminos, biólogo, geólogo, ciencias ambientales y similares). El experto será el responsable técnico del PVA en las tres fases identificadas (planificación, construcción y funcionamiento) y el interlocutor válido con la Dirección de las Obras en la fase de construcción.
- Equipo de técnicos especialistas (equipo técnico ambiental). Conjunto de profesionales experimentados en distintas ramas del medio ambiente, cultura y socio-economía, que conformarán un equipo multidisciplinar para abordar el PVA. Las principales funciones de este personal son las siguientes:
 - Seguimiento y vigilancia ambiental durante la ejecución de las obras.
 - Control y seguimiento de las relaciones con proveedores y subcontratistas.
 - Ejecución del PVA
 - Controlar la ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
 - Emitir informes de seguimiento periódicos.
 - Dejar constancia de todas las actividades de seguimiento, detallando el resultado de las mismas.
 - Comunicar los resultados del seguimiento y vigilancia ambiental al Director de Obra y al Jefe de Obra.

Para el seguimiento y vigilancia ambiental de las obras, el personal asignado realizará visitas periódicas in situ, podrá realizar mediciones cuando sea necesario y deberá estudiar los documentos de la obra que incluyen los principales condicionados ambientales:

- Programa de Vigilancia Ambiental
- Proyectos informativos y constructivos de la obra.
- Estudio de impacto ambiental y declaración de impacto ambiental
- Plan de gestión ambiental de obra (PGA).



En la fase de construcción tanto el responsable del PVA como el equipo de técnicos especialistas, deberán visitar periódicamente la zona de obras desde el inicio de la misma, al objeto de controlar desde las fases más tempranas del proyecto todos y cada uno de los programas que se desarrollen.

El equipo del PVA debe coordinar sus actuaciones con el personal técnico planificador, así como el personal técnico destacado en la zona de obras. En este segundo caso, el equipo del PVA deberá estar informado de las actuaciones de la obra que se vayan a poner en marcha, para así asegurar su presencia en el momento exacto de la ejecución de las unidades de obra que puedan tener repercusiones sobre el medio ambiente.

Al mismo tiempo, la Dirección de Obra deberá notificar con suficiente antelación en qué zonas se va a actuar y el tiempo previsto de permanencia, de forma que permita al Equipo Técnico Ambiental establecer los puntos de inspección oportunos de acuerdo con los indicadores a controlar.

Para la adecuada ejecución del seguimiento ambiental de los impactos generados por la fase de construcción del proyecto, el Equipo Técnico Ambiental llevará a cabo los correspondientes estudios, muestreos y análisis de los distintos factores del medio ambiente, al objeto de obtener indicadores válidos que permitan cuantificar las alteraciones detectadas.

Todos los informes emitidos por el equipo de trabajo del Plan de Vigilancia Ambiental deberán ser supervisados y firmados por el técnico responsable, el cual los remitirá al promotor en las fases de planificación y operación, y a la Dirección de las Obras en la fase de construcción. El promotor y la Dirección de las Obras, tomando como base las determinaciones que establezca la Consejería de Medio Ambiente, remitirán todos los informes al órgano ambiental, al objeto de que sean supervisados por éste.

8.4 Actividades específicas de seguimiento ambiental

8.4.1. Control de las labores de dragado para extracción del material de aportación

Tal como se ha mencionado anteriormente, en ambas zonas de extracción se han venido realizando dragados con el fin de obtener material para aportar a las playas del entorno en las obras de emergencia desarrolladas para paliar los efectos de los temporales de los últimos años. De hecho, hay operaciones de dragado que siguen activas en la actualidad con este fin.

Tras la finalización de los dragados, el Servicio Provincial de Costas en Huelva tiene contratado un estudio de valoración de los efectos, que se aportará en su momento como documentación adicional a tomar en consideración en este proyecto, formando además parte del correspondiente Plan de Vigilancia.

8.4.2. Control de la dinámica litoral

Es de especial importancia llevar un control y seguimiento adecuado de la dinámica litoral y la evolución costera. El Plan de Vigilancia debe cumplir los siguientes objetivos:

- Seguimiento de la dinámica litoral del entorno de la zona de actuación mediante levantamientos topobatimétricos de las zonas afectadas por la obra.
- Elaboración de informes tras la finalización de las obras, en los que se analice en profundidad la respuesta de la dinámica sedimentaria a las obras ejecutadas y se valore su capacidad de control de la erosión.



Las actividades a realizar son las siguientes:

- **Control batimétrico:** con el fin de garantizar que la evolución de la línea de costa sea la adecuada, se propone un plan a medio-largo plazo, en el que se controle el perfil de playa mediante la realización de batimetrías de control del ámbito costero. Estas batimetrías se determinarán con perfiles transversales cada 100 metros, en el tramo de costa que ocupa la playa de Matalascañas. Con el fin de disponer de una base de referencia, el Plan de Vigilancia contará con una batimetría de detalle, previa a la ejecución de las obras, que permitirá conocer el estado actual de la línea de costa. Una vez iniciada la obra, se llevará a cabo una batimetría anual mientras duren las obras, y hasta un mínimo de cinco años después de la finalización de las mismas. Las batimetrías de control se realizarán al finalizar el período invernal. Asimismo, se realizará un control trimestral de la línea de cota cero (línea de orilla), y un levantamiento de 10 perfiles en el tramo indicado. Las referencias geográficas, así como los métodos de trabajo de campo y gabinete, deberán coincidir con aquellos empleados en la realización de la batimetría inicial.
- **Seguimiento de la dinámica litoral:** se realizará un registro de las zonas de erosión y las zonas de acumulación y, en caso de que se detectaran pérdidas de material sedimentario durante el período de vigilancia ambiental, se llevarán a cabo los estudios necesarios para combatir la situación.

8.4.3. Control de la calidad de las aguas marinas

Deberá realizarse un control de la calidad de aguas con especial interés sobre aquellos aspectos relacionados con los materiales aportados en la costa y que incidirán sobre la transparencia del agua, y sobre la concentración de sólidos en suspensión.

Para ello, se propone la toma de muestras de agua para el control de la concentración de sólidos en suspensión y la turbidez.

Para el control de la turbidez y por su relación con la transparencia del agua marina, se propone la toma de datos mediante disco Secchi y el cálculo posterior del coeficiente de extinción de la luz, a partir del que se podrá calcular diferentes valores sobre la capacidad de penetración de la luz (capa eufótica).

El seguimiento de estos parámetros permitirá valorar la posible influencia del proyecto de la obra sobre el medio marino. De forma complementaria deberán medirse los valores de temperatura, pH, potencial redox, oxígeno disuelto, salinidad, conductividad, presencia de residuos flotantes y de aceites y grasas.

Para la toma de muestras se deberán ubicar:

- 6 estaciones de muestreo dentro de la zona de obra.
- 6 estaciones fuera de la zona de obras

En cada una de estas estaciones se llevará a cabo una medición con el disco Secchi, la toma de muestras de agua a tres profundidades mediante botella hidrográfica para el análisis de la concentración de sólidos suspendidos y la medición del resto de parámetros en toda la columna de agua mediante una sonda multiparamétrica. Los parámetros a analizar *in situ* con sonda multiparamétrica serán los siguientes:

- Temperatura (°C).
- Oxígeno disuelto (mg/l).



- Conductividad (mmho/cm).
- pH.
- Salinidad (mg/l).
- Transparencia del agua mediante disco Secchi.
- Análisis en laboratorio:
 - Nitratos.
 - Ortofosfatos.
 - Sólidos en suspensión.
 - Clorofila.
 - Aceites y grasas.

En cuanto a la frecuencia del muestreo, se propone el siguiente esquema:

- Una primera campaña de muestreo previa al inicio de las obras para definir la situación inicial. Sería aconsejable que las medidas de disco Secchi se realizaran durante más de un día.
- Durante el primer mes desde el inicio de los aportes de materiales sedimentarios a la costa el muestreo deberá ser semanal.
- A partir del primer mes y si los resultados obtenidos no aconsejan lo contrario, el muestreo pasaría a ser quincenal hasta el cuarto mes, en el que el muestreo podrá pasar a ser mensual hasta dos meses después de finalizadas las obras.

Por otra parte, durante la época de baño se respetará el cumplimiento estricto de los valores guía de la normativa de aguas de baño. En cualquier caso, se respetarán las concentraciones límite establecidas por la normativa relativa a la calidad de las aguas marinas.

El Plan de Gestión desarrollará los siguientes aspectos:

- Garantizar que la descarga del material para la remodelación de los espigones se realiza dentro de la zona establecida, y con los medios o sistemas previstos.
- Evaluar los efectos del vertido sobre la masa de agua del entorno, determinándose para ello, mediante inspección visual, la extensión y características de la pluma de sólidos, y mediante la toma de muestras de aguas y posterior análisis de los siguientes parámetros: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l), conductividad (mmho/cm), pH, salinidad (mg/l), transparencia.
- El aumento de los sólidos en suspensión, por encima de los límites fijados, implica la paralización de las operaciones hasta que la aplicación de nuevas medidas antiturbidez o la variación de las condiciones meteorológicas permitan el reinicio de las mismas.
- Una vez finalizadas las obras, se realizará un Informe final de conclusión de obras en el que se indicarán las incidencias detectadas a lo largo del periodo de construcción. Basándose en los resultados que se hayan obtenido hasta el momento, se deberá diseñar, si se considera necesario, un Plan de Seguimiento a corto plazo.



- Se prestará, además, especial atención a las condiciones hidrodinámicas en el momento de la ejecución de las obras, atendiendo a las condiciones de vientos, estado de la mar y dirección de la corriente superficial durante el periodo de seguimiento.

8.4.4. Control de la calidad atmosférica

Durante la fase de construcción se vigilará el deterioro de la calidad del aire por la presencia de polvo en suspensión, producidos durante las tareas de construcción, así como en el desplazamiento de vehículos y maquinaria por caminos no asfaltados. Esta vigilancia, con frecuencia mensual, se realizará de forma visual, controlando que no se formen excesivas nubes de partículas en suspensión.

Además, se prestará especial atención a las variables meteorológicas de viento, humedad relativa y temperatura, anticipando en la medida de lo posible, las situaciones meteorológicas desfavorables; lo que permitirá tomar medidas preventivas o correctoras como el riego de los finos, cubrimiento de los materiales, etc.

8.4.5. Control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000 y los Hábitats de Interés Comunitario

Tal como se ha indicado en el apartado de medidas preventivas, se considera de especial importancia realizar un control y seguimiento adecuado de la evolución costera, con el fin de determinar el alcance de un equilibrio estable satisfactorio de la planta y perfil de playa. El Plan de Vigilancia debe cumplir los siguientes objetivos, algunos de los cuales ya han sido incluidos en apartados anteriores:

- Seguimiento de la dinámica litoral del entorno de la zona de actuación mediante levantamientos topobatimétricos anuales de las zonas afectadas por la obra.
- Elaboración de un informe anual durante al menos cuatro años tras la finalización de las obras, en el que se analice en profundidad la respuesta de la dinámica sedimentaria a las obras ejecutadas, se valore su capacidad de control de la erosión, y las posibles modificaciones en las zonas de afección incluidas en espacios de la Red Natura 2000, y más concretamente en la costa de Doñana. A la vista de los resultados obtenidos, se propondrán medidas correctoras adicionales a las ya establecidas en el proyecto, en caso de que se considere necesario.

8.4.6. Control de los recursos pesqueros

Con el fin de evaluar los efectos a largo plazo de las obras sobre los recursos pesqueros, se realizará un informe anual sobre el estado de las capturas durante la ejecución de las obras y hasta tres años después de la conclusión de las mismas.

Para controlar el posible impacto sobre la actividad marisquera se propone un plan de seguimiento de la evolución de los recursos marisqueros. Este plan comprende muestreos cuantitativos en diferentes zonas ubicadas en el entorno de las actuaciones del proyecto, en los que se contabilizarán las capturas y los parámetros del arte empleado (a pie o a flote). Los datos obtenidos se completarán con los de descarga en la lonja conforme a la flota censada dedicada a las diferentes artes empleadas en la zona.

Por lo que se refiere a la calidad de las aguas, dada la naturaleza de las actuaciones, el control se basa fundamentalmente en mediciones de la concentración de sólidos en suspensión, que permitan determinar la afección a la turbidez de las aguas del entorno. Se realizará una campaña de muestreo inicial con mediciones preoperacionales para establecer los niveles de fondo naturales que sirvan de referencia. Durante los dos primeros meses desde el comienzo de las obras las medidas relativas a la concentración de sólidos en suspensión se llevarán a cabo semanalmente. Si durante este tiempo no



se registrarán modificaciones significativas respecto a los valores de referencia, la frecuencia de muestreo pasará a ser quincenal. El análisis del grado de turbidez de las aguas se llevará a cabo empleando un disco Secchi, inspección visual o turbidímetro o nefelómetro. No podrá superarse el límite máximo de sólidos en suspensión fijado en 150 mg/l. En caso de superarse este límite se procederá a la paralización de las obras.

Equipo de trabajo:

<i>Ana Baró Ollero</i>	<i>Lcda. en Ciencias Químicas</i>
<i>Daniel Rodríguez Borlado</i>	<i>Lcdo. en Ciencias Biológicas</i>
<i>Javier Enríquez Fernández</i>	<i>Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos</i>
<i>Ignacio Berenguer Pérez</i>	<i>Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos</i>
<i>Fernando Ruíz Bauzá</i>	<i>Lcdo. en Ciencias Físicas</i>

Madrid, noviembre de 2018

Fdo: Dña. Ana Baró Ollero

HIDTMA, S.L

Fdo.: Javier Enríquez Fernández

HIDTMA, S.L.