

# **ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA COSTA ESPAÑOLA**

**DICIEMBRE 2016**

**APROBADA**



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1. ANTECEDENTES .....	7
2. OBJETIVOS PRINCIPALES .....	11
3. PRINCIPIOS ORIENTADORES.....	12
<b>PRIMERA PARTE: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>14</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. LA COSTA ESPAÑOLA: UN LITORAL Y VARIAS VERTIENTES.....	15
2.1. Introducción .....	15
2.2. La vertiente mediterránea.....	16
2.3. La vertiente atlántica.....	17
2.4. Los archipiélagos.....	18
2.5. Dinámicas .....	19
2.6. Los sistemas naturales.....	21
2.7. El sistema socioeconómico.....	25
2.8. Identificación de las zonas protegidas.....	27
2.8.1. Introducción .....	27
2.8.2. Red Natura 2000 .....	28
2.8.3. Humedales RAMSAR .....	28
2.9. Figuras de protección de las Comunidades Autónomas.....	29
2.10. Planes y Programas con vinculación con la Estrategia .....	30
3. EL ÚLTIMO INFORME DEL IPCC Y SUS IMPLICACIONES PARA LA COSTA ESPAÑOLA.....	32
4. EL PROYECTO CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA (C3E): UN DIAGNÓSTICO PARA TODA LA COSTA ESPAÑOLA .....	41
4.1. Introducción .....	41
4.2. Factores de cambio relacionados con el clima .....	42
4.2.1. Nivel del Mar.....	42
4.2.2. Oleaje y viento .....	49
4.2.3. Temperatura superficial del agua del mar .....	55
4.2.4. Acidificación de origen antropogénico.....	55
4.2.5. Aportaciones de agua dulce.....	56
4.3. Factores de cambio no relacionados con el clima .....	56
4.3.1. Hipoxia .....	57
4.3.2. Desvío de caudales de agua dulce.....	57
4.3.3. Pérdida de hábitat.....	58
4.3.4. Retención de sedimentos.....	58
4.3.5. Desarrollo socioeconómico .....	59
4.4. Resumen del diagnóstico de C3E.....	65
4.5. Diagnósticos regionales y sectoriales .....	68
4.6. Integración sectorial de la adaptación.....	69



4.7. Conclusiones sobre el diagnóstico.....	71
<b>SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS.....</b>	<b>72</b>
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....	72
2. DIRECTRICES GENERALES .....	75
2.1. Introducción .....	75
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	75
2.3. Factores de cambio considerados .....	78
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	78
2.5. Impactos incluidos .....	79
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias.....	80
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación .....	81
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	83
<b>TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO.....</b>	<b>96</b>
1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....	96
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	97
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	98
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	98
3.2. Indicadores de seguimiento general .....	99
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	102
4. COORDINACIÓN.....	106
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	107
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>108</b>



<b>ANEXO Nº 1. PLANES Y PROGRAMAS VINCULADOS .....</b>	<b>113</b>
1. ESTRATEGIAS, PLANES Y PROGRAMAS ESTATALES (POR TEMAS).....	113
1.1. Agua.....	113
1.2. Biodiversidad .....	113
1.3. Cambio climático .....	114
1.4. Ciencia e Innovación .....	114
1.5. Costas .....	114
1.6. Energía.....	115
1.7. Forestal .....	115
1.8. Transporte .....	115
1.9. Turismo.....	115
2. PLANES SECTORIALES DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS .....	116
a. Andalucía .....	116
b. Cantabria .....	117
c. Cataluña .....	117
d. Ceuta (Ciudad Autónoma) .....	117
e. Comunidad Valenciana .....	117
f. Galicia .....	117
g. Illes Balears .....	118
h. Islas Canarias .....	118
i. Melilla (Ciudad Autónoma).....	118
j. País Vasco .....	118
k. Principado de Asturias .....	119
l. Región de Murcia .....	119

## ADDENDA



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunas cifras sobre el litoral español. Fuente: Barragán 2004. ....	15
Tabla 2. Principales factores climáticos de cambio para los sistemas costeros, sus efectos, tendencias y proyecciones. (Fuente IPCC-AR5).....	35
Tabla 3. Proyecciones del nivel medio del mar global, en metros, relativas al periodo 1986-2005. Las proyecciones están basadas en la expansión térmica del océano calculada de modelos climáticos; las contribuciones de los glaciares, Groenlandia y la Antártida de cálculos basados en el equilibrio de masas superficiales utilizando proyecciones de temperatura de modelos climáticos, el rango de la contribución de Groenlandia y la Antártida debido a los procesos dinámicos y la contribución terrestre a los niveles del mar estimada de estudios disponibles. Para los niveles hasta 2100, incluido, se presentan los valores centrales y el rango del 5-95%. Para las proyecciones a partir de 2200, los rangos representan la dispersión del modelo debido al pequeño número de proyecciones de modelos disponibles y el escenario “alto” incluye proyecciones basadas en los RCP6.0 y RCP8.5. Fuente (IPCC-AR5). ....	37
Tabla 4. Resumen de los estudios hechos sobre nivel del mar en España y sus principales conclusiones. Fuente: Varios .....	44
Tabla 5. Cuadro resumen de los estudios hechos sobre extremos de nivel del mar en España y sus principales conclusiones. Fuente: IH Cantabria.....	49
Tabla 6. Ocupación del suelo en la franja de 10 km de costa y comparación con España. Año 2006. Clases LEAC (proyecto Land and Ecosystem Accounting) en el contexto de trabajo de la Agencia Europea de Medio Ambiente). Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE. ....	62
Tabla 7. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del Cambio Climático .....	77
Tabla 8. Factores climáticos de cambio considerados en la Estrategia .....	78
Tabla 9. Impactos considerados en la Estrategia .....	79
Tabla 10. Niveles de riesgo considerados en la Estrategia.....	80
Tabla 11. Nivel de consecuencias negativas en ausencia de adaptación.....	81
Tabla 12. Clasificación de las categorías de opciones de adaptación. IPCC-AR5. ....	84
Tabla 13. Opciones de Adaptación seleccionadas por la Estrategia. ....	93
Tabla 14. Relación entre las medidas propuestas y los objetivos de la Estrategia. ....	95
Tabla 15. Relación de indicadores de seguimiento de la Estrategia .....	103
Tabla 16. Indicadores de seguimiento ambiental de las medidas de adaptación .....	110



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea del Delta del Ebro. Fuente: Mares de España (Pag 121 Mares de España).....	16
Figura 2. Marismas del Guadalquivir. Fuente: Mares de España (Pag 81 Mares de España) .....	18
Figura 3. Isla de La Graciosa. Fuente: Mares de España (Pag 94 Mares de España).....	19
Figura 4. Playa de los Genoveses. Fuente: Mares de España (Pag 25 Mares de España) .....	22
Figura 5. Dunas de Maspalomas. Fuente: Mares de España (Pag 19 Mares de España) .....	23
Figura 6. Esquema conceptual de la evaluación del riesgo derivado de impactos relacionados con el clima Fuente: Modificada de AR5, IPCC 2014.....	32
Figura 7. Esquema conceptual de cómo el cambio climático afecta al sistema costero generando consecuencias sobre los sistemas humanos y naturales. Fuente: Modificada de AR5, IPCC 2013.....	34
Figura 8. Resumen de la atribución y detección de impactos en zonas costeras .....	36
Figura 9. Incremento en la altura de las defensas de protección frente a inundación costera que sería necesario en el periodo 2081-2010 para preservar la misma frecuencia de excedencias experimentada en el periodo 1986-2005. El resultado se muestra para la localización de 182 mareógrafos y considerando las proyecciones regionales de aumento del mar relativo correspondientes al RCP4.5. (Fuente: Wong et al. 2013).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10. Mapa con los cambios estimados del nivel del mar durante el periodo 1993-2012 a partir de datos de altimetría de satélite. También se muestran los cambios relativos de nivel del mar medidos in-situ en diferentes estaciones de la costa española para el periodo 1950-2013 (línea gris) y para comparación con los registros locales se muestra el cambio global del nivel medio del mar (línea roja). Fuente: IH cantabria.....	43
Figura 11. Proyecciones regionalizadas de aumento del nivel del mar (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas. Fuente: adaptado de Slangen et al. (2014). .....	46
Figura 12. Proyecciones del aumento del nivel medio del mar local (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas incluyendo la subsidencia natural del Delta del Ebro y la desembocadura del Guadalquivir. Fuente: IH Cantabria.....	47
Figura 13. Marea meteorológica asociada a 50 años de período de retorno (izquierda) y tasa de cambio observada en los últimos 60 años en la marea meteorológica (derecha). Fuente: IH Cantabria. ....	48
Figura 14. Cambios (cm) en el cuantil de marea meteorológica de 50 años de período de retorno en el período 2090-2099 para los escenarios A2, A1B y B1 con respecto al período 1990-1999 para sobreelevaciones positivas (a,b,c) y negativas (d,e,f). Fuente: Marcos et al. 2011. ....	48
Figura 15. Altura de ola media anual en profundidades indefinidas en el entorno español (izquierda) y período de pico medio en profundidades indefinidas en el entorno español (derecha). Fuente: IH Cantabria. ....	50
Figura 16. Altura de ola asociada a 50 años de período de retorno en la costa española. Fuente: IH Cantabria. ....	51
Aguas profundas .....	51
Figura 17. Tasa de cambios observados en el flujo medio de energía del oleaje (izquierda) y la potencia eólica (derecha) en los últimos 60 años. Fuente: IH Cantabria. ....	52
Aguas costeras .....	53
Figura 18. Tendencia de cambio observada en los últimos 60 años en la altura de ola sólo superada 12 horas al año, $H_{s12}$ . Fuente: IH Cantabria. ....	53
Proyecciones de oleaje .....	54
Figura 19. Proyecciones de altura de ola media para el escenario A1B en el período 2070-2100. ....	54
Figura 20. Población residente en la costa. 2009. Porcentaje sobre la población total y tasa de variación anual acumulativa 2001-2009. Fuente: Fundación BBVA.....	60
Figura 21. Densidad de población de los municipios costeros por provincias. 2009. Fuente: Fundación BBVA. .	61
Usos del suelo .....	61



Figura 22. Flujos de intercambios principales en la franja costera de 10 km en España, 1987-2000-2006. Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE. .... 63  
Figura 23. Evolución de la playa de Benidorm (1960-2005). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente..... 64  
Figura 24. Crecimiento de superficie artificial en los 10 km de costa entre 2000 y 2006, por provincia. Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE. .... 65

## INTRODUCCIÓN

### 1. ANTECEDENTES

España es un país eminentemente costero, que goza de un litoral de gran extensión y riqueza, con numerosos ecosistemas y espectaculares paisajes. Además, la economía española depende en gran medida de la costa y sus mares, ya que en ellos se llevan a cabo numerosas actividades, desde muy tradicionales como la pesca, hasta otras como el turismo masivo de sol y playa o el transporte marítimo. El modelo de desarrollo económico implantado en las últimas décadas y la explotación extensiva de los recursos supone una amenaza para el litoral, que ha incrementado su exposición y vulnerabilidad en muchas zonas debido a la presión urbanística y la degradación sufrida. A estas presiones de tipo humano hay que añadir la amenaza del cambio climático, directamente asociada con la subida del nivel del mar, pero también, con otros factores como el aumento de la temperatura, la acidificación o cambios en los oleajes y mareas meteorológicas.

El pasado nos ha enseñado que la franja costera y la línea de costa son altamente dinámicas y que presentan una variabilidad natural. Entender esa variabilidad nos puede ayudar a interpretar y hacer un pronóstico de cómo podría cambiar la costa en el futuro. Sin embargo, la urbanización desmesurada de las últimas décadas, la construcción de infraestructuras en el litoral y la disminución del caudal sólido de los ríos ha modificado la línea de costa, destruyendo dunas y cordones litorales, desecando marismas y lagunas costeras, aumentando la erosión y rigidizando el litoral mediante diques y espigones. Todas estas actuaciones se hicieron suponiendo que la línea de costa permanecería estable, que los eventos extremos de inundación estarían dentro de un rango predecible con base en la información histórica disponible y que el nivel del mar no cambiaría. Sin embargo, las observaciones históricas y las proyecciones indican que esta situación no se mantendrá en el futuro.

El calentamiento global y la presión ejercida por el hombre están alterando y creando cambios y desequilibrios en la costa que conocemos. Entender estos cambios y planificar para afrontarlos son cuestiones de gran importancia y urgencia para España, su sociedad y sus valores naturales costeros.

Desde 2004, la adaptación al cambio climático ha sido un objetivo prioritario para España, debido a la elevada vulnerabilidad de la costa española frente al cambio y la variabilidad climática. En 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), tras un amplio proceso que implicó a los principales órganos de coordinación en materia de cambio climático en España: la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático (CCPCC) y el Consejo Nacional del Clima (CNC).

El PNACC es un marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España. El PNACC se ejecuta mediante programas de trabajo, que definen de forma concreta las actividades a llevar a cabo. El Primer Programa de Trabajo del PNACC, adoptado en el mismo momento de la aprobación del Plan, identificó ya entre sus 4 líneas prioritarias la evaluación del impacto del cambio climático en las zonas costeras. El Segundo Programa de Trabajo fue adoptado en julio de 2009, en el que se asumieron e incorporaron todos los trabajos



que comenzaron a desarrollarse en el Primer Programa de Trabajo. El Tercer Programa de Trabajo 2014-2020, contiene entre los ámbitos de trabajo y líneas de actividad priorizadas para diferentes territorios geográficos, las zonas costeras e incluye el desarrollo de la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático.

A nivel mundial, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), creado en 1988, proporciona evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. Desde su creación, el IPCC ha preparado cinco informes de evaluación. Recientemente, se ha presentado el Quinto Informe de Evaluación (AR5), en el que se hace hincapié en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible, los aspectos regionales, la gestión de riesgos y la elaboración de una respuesta mediante la adaptación y la mitigación, mostrando más de 100 evidencias de los impactos producidos por el cambio climático. Por todo ello, dadas las evidencias del efecto del cambio climático sobre el medio ambiente, se hace necesaria una adaptación urgente, en este caso de la costa, para hacer frente al cambio climático.

En abril de 2009 se publicó el *Libro Blanco de la Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación* (COM(2009) 147 final), en el cual se sientan las bases y principios sobre la política comunitaria en materia de adaptación. En abril de 2013 la Unión Europea (UE) adoptó la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático cuyo objetivo general es contribuir a una Europa más resistente al cambio y variabilidad climática, lo que supone mejorar la preparación y la capacidad de respuesta a los efectos del cambio climático a nivel local, regional, nacional y de la UE, creando un planteamiento coherente y mejorando la coordinación. Esta Estrategia europea incluye las zonas costeras como uno de los territorios con mayor riesgo de sufrir los impactos del cambio climático, por lo que, entre las actuaciones que se proponen está promover la adaptación, especialmente en el ámbito de la gestión costera transfronteriza, haciendo hincapié en los deltas y las ciudades costeras densamente pobladas. En la Estrategia se incluye además un documento complementario específico sobre los efectos del cambio climático en la costa y los mares (*Climate change adaptation, coastal and marine issues*) que se relaciona con otras políticas europeas como la Directiva Marco del Agua, Directiva Marco para la Estrategia Marina, la Directiva de Inundaciones o la Directiva Marco de Ordenación del Espacio Marítimo de Julio de 2014.

En España, la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) ha promovido, a través de un Convenio de Colaboración con la Universidad de Cantabria, el desarrollo de estudios y herramientas científico-técnicas específicas de apoyo al establecimiento de políticas y estrategias de actuación en las costas españolas ante el cambio climático. Estos estudios se estructuraron en tres fases, una primera fase -Evaluación de cambios en la dinámica costera española- donde se determinan los cambios acontecidos en la dinámica costera en las últimas décadas y se analizan datos de predicción para estimar los previsibles cambios en la citada dinámica costera a lo largo del siglo XXI bajo diversos escenarios de cambio climático. En una segunda fase – Evaluación de efectos en la costa española – se hace una evaluación de los elementos del litoral que los cambios en la dinámica costera originados por el cambio climático, pueden producir en los espacios naturales y usos humanos del litoral español. La tercera fase – Estrategias frente al cambio climático en la costa – propone y evalúa un sistema de indicadores e índices que aporten información objetiva para el establecimiento de políticas y estrategias de actuación para corregir y prevenir los efectos del cambio climático en el litoral español obtenidos en la segunda fase.

En España, el instrumento jurídico más importante para abordar el problema del cambio climático en las zonas costeras es 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. Dicha Ley se acompaña del Reglamento General de Costas, aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de Octubre.

La Ley incluye en su Preámbulo, Sección III, entre otros, los textos extractados siguientes:

“Finalmente, debe subrayarse que esta reforma incorpora a la Ley de Costas regulaciones específicas para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral.”

“También se exige que los proyectos para la ocupación del dominio público se acompañen de una evaluación prospectiva sobre los posibles efectos del cambio climático.”

“Además, se incorpora como causa de extinción de las concesiones, el supuesto de que las obras o instalaciones estén en riesgo cierto de ser alcanzadas por el mar.”

“Junto a estas medidas de carácter jurídico, la Ley impone al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la obligación de elaborar una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático. Con ello, se conseguirá disponer de un diagnóstico riguroso de los riesgos asociados al cambio climático que afectan a nuestra costa, y de una serie de medidas que permitan mitigarlos.”

Estos elementos, se integran en la ley mediante la Disposición adicional octava “Informe sobre las posibles incidencias del cambio climático en el dominio público marítimo-terrestre”. De acuerdo con la misma:

1. 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.
2. Igualmente las Comunidades Autónomas a las que se hayan adscrito terrenos de dominio público marítimo-terrestre, de acuerdo con el artículo 49 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, presentarán en el mismo plazo señalado en el apartado anterior, al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, para su aprobación, un Plan de adaptación de dichos terrenos y de las estructuras construidas sobre ellos para hacer frente a los posibles efectos del cambio climático.

Así, como a través, entre otras, de las siguientes modificaciones a la Ley 22/1998 de julio, de Costas extractadas de la nueva ley:

Artículo primero. Modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

“Uno. Se modifica el artículo 2, letra a), que queda redactado en los siguientes términos:

«a) Determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección, y restauración necesarias y, cuando proceda, de adaptación, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático.»”

“Catorce. Se introduce un párrafo segundo en el apartado 2 del artículo 44, que queda redactado del siguiente modo:



«2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta.

Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra, en la forma que se determine reglamentariamente.»

“Veintiuno. Se modifican los apartados 2 y 3 del artículo 66 que quedan redactados del siguiente modo:

«2. El plazo será el que se determine en el título correspondiente, que en ningún caso podrá exceder de setenta y cinco años. Reglamentariamente, se establecerán los plazos máximos de duración de las concesiones en función de los usos a que las mismas se destinen. Los plazos máximos fijados para cada uso podrán ampliarse, en los términos que reglamentariamente se establezcan, respetando en todo caso el plazo máximo de setenta y cinco años, cuando el concesionario presente proyectos de regeneración de playas y de lucha contra la erosión y los efectos del cambio climático, aprobados por la Administración.”

“Veinticuatro. Se añade una nueva letra m) en el artículo 76, que queda redactada del siguiente modo:

«m) Obligación del adjudicatario de adoptar las medidas requeridas por la administración de adaptación a la subida del nivel del mar, los cambios en la dirección del oleaje u otros efectos del cambio climático.»

Además, de otras muchas implicaciones, la nueva Ley exige, por tanto, que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ponga en marcha un proceso para la redacción de una “Estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, que se someterá a Evaluación Ambiental Estratégica”.

A tal efecto y según consta en el artículo 18 de la Ley 21/2013, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar remitió a la Subdirección General de Evaluación Ambiental la solicitud de inicio de la evaluación ambiental estratégica ordinaria, acompañada del *Borrador de la Estrategia* y del *Documento Inicial Estratégico*, con fecha de 24 de julio de 2014. El *Documento Inicial Estratégico*, describía, entre otros, los objetivos, las principales medidas que contempla, su desarrollo previsible, sus potenciales efectos ambientales y las incidencias que pueda producir en otros planes sectoriales y territoriales concurrentes.

Posteriormente, tras la revisión por parte de esta Administración de la documentación recibida, dicha documentación se remitió a consulta a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas, en virtud del artículo 19 de la Ley 21/2013, con fecha de 6 de agosto de 2014. Finalmente, el órgano ambiental elaboró el *Documento de Alcance* que fue aprobado con fecha 9 de diciembre de 2014. De acuerdo con los criterios ambientales, amplitud, nivel de detalle y otras especificaciones contenidas en dicho *Documento de Alcance*, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, como órgano promotor, debe elaborar el *Estudio Ambiental Estratégico* (EsAE).

El EsAE es, en esencia, el resultado de los trabajos de identificación, descripción y evaluación de los posibles efectos significativos en el medio ambiente de la aplicación de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española y debe considerar alternativas razonables a los mismos que sean técnica y ambientalmente viables y ha sido redactado para dar cumplimiento dicho requerimiento.



## 2. OBJETIVOS PRINCIPALES

En la Ley de Costas (Ley 22/1988) y su posterior modificación por la Ley 21/2013, se citan como objetivos medioambientales la defensa del equilibrio y progreso físico de la costa, la protección y conservación de sus valores y virtualidades naturales y culturales, el aprovechamiento racional de sus recursos, la garantía de su uso y disfrute abierto a todos, con excepciones plenamente justificadas por el interés colectivo y estrictamente limitadas en el tiempo y en el espacio, y con la adopción de las adecuadas medidas de restauración.

Más concretamente en su Artículo 2 se citan como fines:

- a) Determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias y, cuando proceda, de adaptación, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático.
- b) Garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, sin más excepciones que las derivadas de razones de interés público debidamente justificadas.
- c) Regular la utilización racional de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico.
- d) Conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar.

Así pues, sobre esta base, los **objetivos generales** de la Estrategia para la Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático se estructuran como se enuncia a continuación.

- Incrementar la resiliencia<sup>1</sup> de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática.
- Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de la costa española.

---

<sup>1</sup> Capacidad de los sistemas sociales, económicos y naturales de hacer frente a un evento, tendencia o perturbación, respondiendo o reorganizándose de manera que se mantengan sus funciones esenciales, identidad y estructura, manteniendo también su capacidad de adaptarse, aprender y transformarse (IPCC, 2014)



### 3. PRINCIPIOS ORIENTADORES

Los **principios de sostenibilidad** que deben alcanzarse con la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española se derivan de la aplicación en nuestro país de los Convenios Internacionales en materia de protección del medio ambiente de los que España es Parte Contratante, de las diferentes políticas, planes y programas existentes a nivel comunitario, nacional y regional, así como de la legislación existente sobre protección, conservación y defensa del medio ambiente a nivel comunitario, estatal y autonómico.

Teniendo en cuenta 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, se ha determinado una serie de principios de sostenibilidad que deben guiar la evaluación ambiental de la Estrategia y que resumidamente son los siguientes:

- Utilizar de forma racional, ordenada y equilibrada el territorio y los recursos naturales
- Priorización de las medidas que supongan un menor consumo o ahorro de energía y el impulso de las energías renovables
- Reducción de la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero
- Contribución al buen estado ambiental de las aguas marinas
- Contribución al buen estado de las aguas superficiales y subterráneas continentales asociadas al litoral (reducción de la intrusión salina, etc.).
- Reducción de la erosión por causas antrópicas
- 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.
- 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.
- Preservar la funcionalidad de los ecosistemas vinculados con la dinámica fluvial-marina, así como la de los humedales costeros
- Mantener o favorecer la conectividad del territorio, preservando la funcionalidad de los ecosistemas y evitando su fragmentación, especialmente entre el medio marino, estuarios, zonas húmedas litorales y corredores fluviales.



- No contribuir a la introducción o proliferación de especies que no tengan carácter autóctono a escala local, apoyando la erradicación activa de especies exóticas invasoras
- Preservar aquellos valores geomorfológicos, identificadores y característicos del paisaje litoral
- Asegurarse de que las actuaciones elegibles posean un diseño bien adaptado al paisaje litoral en el que se inserten, con especial atención a las zonas con paisaje de mayor naturalidad
- Fomentar medidas que impliquen la protección y revalorización del patrimonio cultural asociado a la costa
- Evitar nuevas infraestructuras, construcciones y desarrollos urbanos en la franja costero-litoral.

La Estrategia no puede obviar que existen multitud de problemas ambientales de origen antropogénico que pueden modificar considerablemente los riesgos ambientales en la costa. Aunque la Estrategia se centra en los riesgos derivados del cambio climático y de los eventos extremos, la acción del hombre puede modificar considerablemente la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, ya sea por aspectos tales como las emisiones, cambios en uso del suelo, ocupación de la línea de costa, cambios en la calidad de agua como por otros muchos aspectos asociados a las diferentes trayectorias socioeconómicas. Estas modificaciones contribuyen a que, ante un cambio dado en uno de los factores climáticos, el riesgo y consecuencias resultantes en la costa puedan variar considerablemente. La reducción de estos efectos de origen antropogénico en la costa ya es abordada por diferentes planes, programas y estrategias y no es objeto de la implementación de medidas de adaptación. No obstante, la Estrategia no puede obviar que la introducción o no de medidas de reducción del impacto antropogénico puede modificar considerablemente la respuesta de un tramo de costa frente a los efectos del cambio climático o la eficiencia de una medida de adaptación concreta. Por ello, tanto los diagnósticos como los proyectos de implementación de medidas de adaptación deberán considerar en su desarrollo la posible incidencia de los efectos antrópogénicos.



## **PRIMERA PARTE: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **1. INTRODUCCIÓN**

España es un país eminentemente costero, que goza de un litoral de gran extensión y riqueza, con numerosos ecosistemas y espectaculares paisajes. Además, la economía española depende en gran medida de la costa y sus mares, ya que en ellos se llevan a cabo numerosas actividades, desde las más tradicionales como la pesca, hasta otras como el turismo masivo de sol y playa o el transporte marítimo. El modelo de desarrollo económico implantado en los últimos años y la explotación extensiva de los recursos supone una amenaza para el litoral, que ha incrementado su exposición y vulnerabilidad en muchas zonas debido a la presión urbanística y la degradación sufrida. A estas presiones de tipo humano hay que añadir la amenaza del cambio climático, directamente asociada con la subida del nivel del mar, pero también, como se describe a continuación, con otros factores de cambio.

El pasado nos ha enseñado que la franja costera y la línea de costa son altamente dinámicas y que presentan una variabilidad natural. Entender esa variabilidad nos puede ayudar a interpretar y hacer un pronóstico de cómo podría cambiar la costa en el futuro, por ejemplo, como resultado de la subida del nivel del mar. Sin embargo, la urbanización desmesurada de los últimos años ha modificado la línea de costa, construyendo edificios y carreteras sobre dunas y cordones litorales, desecando marismas y lagunas costeras y rigidizando el litoral mediante diques y espigones. Todas estas actuaciones se hicieron suponiendo que la línea de costa permanecería estable, que los eventos extremos de inundación estarían dentro del rango histórico definido y que el nivel del mar no cambiaría. Sin embargo, como se muestra en el capítulo siguiente, estas previsiones no se mantendrán en el futuro.

El calentamiento global y la presión ejercida por el hombre están alterando y creando cambios y desequilibrios en la costa que conocemos. Entender estos cambios y planificarse para afrontarlos son cuestiones de gran importancia y urgencia para España, su sociedad y sus valores naturales costeros.

En este capítulo se hace, en primer lugar, una descripción general de los medios físico y socioeconómico vinculados a la costa española para después realizar un diagnóstico de la situación actual.

Para realizar el diagnóstico, se parte de una revisión del estado del conocimiento haciendo uso de las fuentes disponible hasta el momento. Aunque son varios los estudios globales, regionales o locales realizados, por su relevancia internacional y estado de actualización se resume la información disponible en el último informe del IPCC. Asimismo, por su homogeneidad y alcance al considerar toda la costa española, se recoge también la información más relevante del estudio Cambio Climático en la Costa Española, financiado por el MAGRAMA y desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria que recoge gran parte de la información disponible en otras fuentes nacionales. Finalmente, este diagnóstico cita otras fuentes importantes por su ámbito geográfico o relevante alcance sectorial.



## 2. LA COSTA ESPAÑOLA: UN LITORAL Y VARIAS VERTIENTES

### 2.1. Introducción

Dentro de las zonas costeras se consideran tres ámbitos posibles: el terrestre, el marítimo y el intermareal. A nivel general, y a modo de introducción, es necesario señalar que, en el plano de la organización jurídico administrativa, en España existen 10 Comunidades Autónomas con parte de su territorio ubicado en el litoral. Estas comunidades comprenden 24 provincias y 487 municipios costeros, y el límite del término municipal es el principal criterio cuando se trata de gestión integrada. A las 8 comunidades autónomas peninsulares (País Vasco, Cantabria, Asturias, Galicia, Andalucía, Murcia, Valencia, Cataluña) hay que añadir los archipiélagos de Baleares y Canarias, y las ciudades de Ceuta y Melilla.

CCAA	Superficie terrestre (km <sup>2</sup> )	Aguas interiores (km <sup>2</sup> )	Longitud de costa (km)
País Vasco	7.261	396	256
Cantabria	5.289	304	283
Asturias	10.565	626	497
Galicia	29.434	2.483	1.720
Andalucía	87.268	2.164	917
Murcia	11.317	627	252
Valencia	23.305	1.823	474
Cataluña	31.930	1.227	597
Baleares	5.014	2.346	1.342
Canarias	7.273	2.399	1.545
ESPAÑA	504.781	2.399	7.883

Tabla 1. Algunas cifras sobre el litoral español. Fuente: Barragán 2004.

En lo que a la configuración de los sistemas naturales se refiere, los ambientes litorales constituyen áreas de transición entre los sistemas terrestres y los marinos. Son fronteras ecológicas (ecotonos) caracterizadas por intensos procesos de intercambio de materia y energía. Por su configuración se pueden diferenciar dos tipos de costa: de erosión (acantilados) y de sedimentación (playas, arenales y humedales costeros). La variedad y singularidad de los ecosistemas que confluyen en este ámbito abarcan valores paisajísticos, socioeconómicos y educativos muy importantes. Concretamente en el territorio español de la Península Ibérica, el relieve accidentado y su disposición periférica, así como la elevada altitud media, se manifiestan en una costa muy acantilada en ciertas regiones, destacando la costa Cantábrica, (una extensión total de 4.021 km de acantilados), aunque cabe destacar la existencia de aproximadamente 2.000 km de playa. El resto del litoral presenta características de costa baja (1.271 km), destacando la desembocadura del río Guadalquivir en Doñana y el Delta del Ebro en la costa de Tarragona, o ha sido transformado por obras artificiales (600 km), especialmente en el litoral Mediterráneo.

Entre los ecosistemas litorales más significativos del litoral español cabe destacar: los fondos marinos, que pueden ser rocosos o arenosos, como por ejemplo los fondos marinos del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas; los acantilados, muy característicos de la costa Cantábrica o la costa Canaria; las playas, arenales y sistemas dunares, como las extensas playas y dunas del Golfo de Cádiz, y los humedales costeros, en los que se incluyen las rías, estuarios, deltas, marismas y albuferas, marjales, lagunas costeras y salinas, entre los que destacan las Rías Baixas, el Parque Nacional de Doñana, la Albufera de Valencia o el Delta del Ebro. Esta heterogeneidad de ecosistemas en España, se ve además acentuada por la existencia de diferencias notables entre su costa mediterránea y la atlántica.

## 2.2. La vertiente mediterránea

La zona mediterránea presenta un elevado porcentaje de playas. La condición de mar semicerrado influye de manera decisiva en sus características y se dan procesos de acumulación con frecuencia en la desembocadura de sus ríos. En el Mediterráneo, a diferencia del Atlántico, no se producen mareas de entidad, su rango mareal está en torno a 30 cm y, por consiguiente, existe una ausencia de costa baja con grandes zonas de inundación por mareas.

El conjunto de sierras litorales existentes, muy próximas a la costa, caracteriza las zonas costeras catalanas. Las desembocaduras de sus principales ríos generan llanuras costeras amplias, que aunque no son predominantes, determinan el paisaje. De entre el gran número de cursos fluviales de esta área, destaca el Ebro. Su considerable caudal (líquido y antaño sólido), unido al régimen de mareas y corrientes, ha propiciado la formación de un gran delta. El delta del Ebro junto con la Costa Brava, recortada con playas encajadas en las calas, son las dos unidades ambientales más características de la costa catalana.

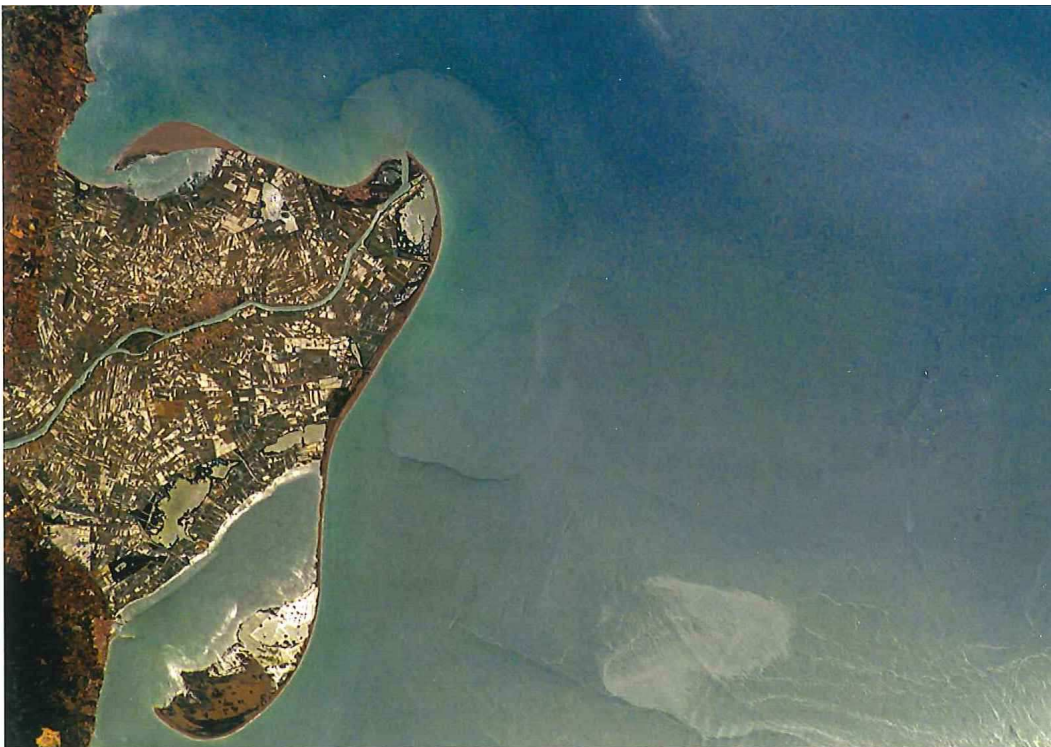


Figura 1. Foto aérea del Delta del Ebro. Fuente: Mares de España (Pag. 121 Mares de España)

La zona costera de Castellón y Valencia, entre Peñíscola y el Cabo de San Antonio, se encuentra en regresión debido a la disminución de los sedimentos de los ríos y a la interrupción de la dinámica litoral por la construcción de infraestructuras portuarias. Esta franja costera linda con marjales y zonas húmedas de gran importancia.

En la costa de Murcia y Alicante, el efecto del viento sobre la arena ha dado origen a un conjunto de cordones dunares. En Murcia, destaca la formación costera de la Manga del Mar Menor que se caracteriza por tener una temperatura y salinidad mayor a la del mar exterior. En el norte de Alicante existe un paisaje litoral de calas y acantilados de gran belleza y un cierto grado de conservación de sus valores naturales.





Los enclaves de mayor valor ecológico de la costa mediterránea de Murcia, Valencia y Cataluña son: las zonas húmedas litorales, los cordones dunares, los macizos rocosos que dan origen a acantilados, las pequeñas islas e islotes y determinadas áreas de fondos marinos, donde destacan las praderas de *Posidonia oceánica*.

Las estribaciones de las Cordilleras Béticas, próximas a la costa, determinan unas llanuras costeras muy estrechas, a excepción de los valles de algunos ríos. El clima es templado cálido, con niveles de precipitación anual media que disminuyen acusadamente desde el estrecho de Gibraltar hasta la costa oriental de Almería, con precipitaciones muy escasas y variables. Los ríos son cortos con regímenes de marcada estacionalidad, algunos son corrientes efímeras, pero con una aportación de sedimentos de gran intensidad en las avenidas.

Este sector de la costa se caracteriza por una gran diversidad de espacios naturales, desde acantilados, hasta llanuras aluviales y deltas. Destaca el complejo volcánico de Cabo de Gata, con una gran riqueza vegetal asociada a un clima de características semiáridas, y el Mar de Alborán, con una notable diversidad biológica de especies tanto mediterráneas como atlánticas.

### **2.3. La vertiente atlántica**

La zona está condicionada por la existencia de cadenas montañosas que llegan hasta el mar, sin apenas llanuras costeras, y por la gran energía de los temporales. El clima es templado, con borrascas que actúan a lo largo del año dando lugar a una humedad relativa alta y a unas temperaturas suaves. Los ríos son de corta longitud, fuerte pendiente y cuenca reducida. La costa es muy recortada, con abundancia de entrantes y salientes, con grandes acantilados.

La costa gallega se caracteriza por su alto nivel de complejidad y por la presencia destacada de las rías, antiguos valles fluviales ocupados por el mar. Las playas más importantes se encuentran dentro de las rías, a resguardo de los temporales, o rellenando profundos entrantes de los acantilados. Uno de los enclaves más significativos es el Parque Nacional de las Islas Atlánticas, en la provincia de Pontevedra.

La línea de costa cantábrica es rectilínea y alargada, con una fuerte pendiente al mar, abundantes acantilados, pocas playas y rías pequeñas. Los depósitos son generalmente de piedra y cascajos, y los sedimentos se sitúan dentro de las rías, en la desembocadura de los ríos o en las ensenadas. El oleaje del sector noroeste determina el sentido neto del transporte litoral en dirección Este.

La franja litoral correspondiente a la costa suratlántica tiene principalmente tramos de costa baja y arenosa que se corresponden con las llanuras de las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir, en cuya desembocadura se encuentra el Parque Nacional de Doñana. El clima es templado-cálido mediterráneo oceánico, que se caracteriza con una acusada sequedad estival, temperaturas suaves en invierno, elevado número de horas del sol al año y periodos de sequía.

Destacan la acción de las corrientes marinas de la zona: la del golfo de Cádiz y la del estrecho de Gibraltar, y la presencia de frecuentes vientos. Abundan las playas y los cordones dunares, que en algunas ocasiones presentan alturas considerables y, en otros casos, forman mantos eólicos móviles (como los sistemas dunares de Doñana, en Huelva, y de Valdevaqueros, en Cádiz). Otra característica destacable de este tramo de costa es la presencia de extensas marismas, generalmente sometidas a procesos de colmatación.

Entre los valores ambientales más sobresalientes de la zona, destacan los sistemas dunares y las marismas, que albergan una gran riqueza faunística, siendo el enclave más valioso el del mencionado Parque Nacional de Doñana.



Figura 2. Marismas del Guadalquivir. Fuente: Mares de España (Pag. 81 Mares de España)

## 2.4. Los archipiélagos

El archipiélago canario está formado por siete islas principales y algunos islotes. Su origen es volcánico y son el resultado de fenómenos eruptivos surgidos bajo el mar con una gran diferenciación geológica y topográfica, que se ha ido incrementando a lo largo del tiempo por procesos de erosión fluvial, marina y eólica.

El relieve de la mayoría de las islas es muy accidentado. El clima es subtropical cálido y oceánico, las temperaturas son templadas y la pluviometría escasa. Las islas más occidentales, especialmente el norte de las mismas, son más húmedas gracias a la influencia de los vientos alisios. La red hidrográfica se compone de corrientes intermitentes en barrancos, con fuerte pendiente y erosión. De manera general, en cada isla se distinguen la costa norte, formada por altos acantilados, y la costa sur, de carácter abierto y arenoso con una mayor cantidad de playas. Un rasgo característico de todo el archipiélago es la estrechez de la plataforma continental.

El archipiélago canario, por razones orográficas, geológicas y climáticas, presenta ecosistemas únicos en el continente europeo, enmarcados dentro de la Región biogeográfica terrestre macaronésica, que forma parte de la región marina mauritánica.



Figura 3. Isla de La Graciosa. Fuente: Mares de España (Pag. 94 Mares de España)

El archipiélago balear se corresponde con la prolongación de las Sierras Béticas. El clima es de tipo mediterráneo marítimo, con temperaturas invernales suaves y máximas estivales moderadas. En cuanto a la red hidrográfica, las cuencas son pequeñas y abundan los torrentes con corrientes efímeras.

Las islas Baleares poseen una gran longitud de costa en relación con su superficie, debido al carácter recortado de la misma. La plataforma continental es reducida, común para Mallorca, Menorca y Cabrera, y separada de Ibiza y Formentera.

Las características costeras varían entre islas. En Mallorca hay sectores de costa recortada con playas encajadas en calas, de costa accidentada, de playas y de espacios palustres. Menorca tiene una costa bastante homogénea, recortada con playas encajadas. Y en Ibiza la línea de costa es festoneada y acantilada, con escasas playas. En su conjunto, el archipiélago de las islas Baleares contiene una importante variedad de ambientes de alto valor ecológico. Cabe destacar: la Sierra Tramontana de Mallorca, gran parte de la costa menorquina y el Noroeste de Ibiza, por sus valores paisajísticos y faunísticos, humedales y sistemas dunares. Uno de los enclaves de mayor valor es el Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera.

## 2.5. Dinámicas

La costa española presenta una gran variabilidad de sus dinámicas marinas, tanto en el espacio como en el tiempo. Sólo hace falta observar las distintas vertientes descritas anteriormente para apreciar los diferentes tipos de paisajes, costas, etc., que son el resultado final de la interacción de las olas y mareas con la costa.

El oleaje es el resultado de la acción continuada del viento sobre la superficie del mar. La intensidad del viento y la longitud de la masa de agua sobre la que sopla configuran las peculiaridades de las olas que llegan a cada costa. Así, por ejemplo, en el Golfo de Vizcaya la reducida extensión del golfo entre sus márgenes cantábrica y francesa no posibilita la existencia de grandes olas del noreste en las costas cantábricas. Sin embargo, las dimensiones del océano Atlántico entre el Cantábrico y Terranova sumados a la dirección de los vientos



dominantes del noroeste generados por las borrascas noratlánticas dan lugar a los oleajes de gran intensidad que azotan las costas de Galicia y el Cantábrico. Por tanto, la dirección de los oleajes dominantes en el Cantábrico está comprendida entre los sectores noroeste y nornoroeste y se caracterizan por elevadas alturas de ola y grandes períodos, es decir, oleajes muy energéticos en comparación con las olas del Mediterráneo. La altura de ola media en la costa Cantábrica está en torno a 1,5-2 m (olas más grandes en la costa de Galicia) con períodos de pico medios en torno a 10 segundos. Sin embargo, también observamos una clara estacionalidad, con oleajes más energéticos y vientos provenientes del tercer y cuarto cuadrante en invierno mientras que en verano rolan al cuarto y primer cuadrante bajando la intensidad.

Otra dinámica importante del Golfo de Vizcaya son las mareas, principal mecanismo modelador de los estuarios de esta zona. El continuo flujo y reflujo de las mareas en el interior de los estuarios genera corrientes rápidas en las desembocaduras de todos los estuarios e involucra grandes cantidades de agua con caudales muy superiores a los caudales fluviales. La marea astronómica (el movimiento del agua generado por la atracción gravitatoria del sistema tierra-luna-sol) del Golfo de Vizcaya es semidiurna, es decir, tiene un período de 12 horas y al día ocurren dos bajamares y dos pleamares y su amplitud (carrera de marea) varía entre los 4 y los 5 m que se alcanzan en Santander. De forma semejante a la marea astronómica se producen cambios en el nivel del mar debido a la marea meteorológica que se explica como un aumento del nivel de agua en puntos de la costa debido a la acción del descenso de la presión atmosférica durante el paso de una borrasca unido al efecto del viento sobre la superficie del mar. Las medidas registradas a lo largo del litoral cantábrico muestran que la marea meteorológica alcanza valores de hasta 50 cm.

Un caso peculiar de las mareas lo encontramos en el Estrecho de Gibraltar, que concilia la oscilación de la marea del océano Atlántico, donde la carrera de marea excede los 3 m en mareas vivas, con la del Mediterráneo, donde es prácticamente inexistente. En el Golfo de Cádiz el patrón de marea se ciñe al del Atlántico Norte, con mareas semidiurnas y valores del rango que van cambiando desde Huelva hasta Tarifa. En la zona del Estrecho y Mar de Alborán la oscilación pasa de una amplitud de 0,3 m en el límite Mediterráneo disminuyendo hasta ser nula en Alicante. Entre bajamar y pleamar, la corriente de marea se dirige hacia el Atlántico llevando el agua necesaria para ajustar el nivel a la pleamar oceánica; de pleamar a bajamar lo hace hacia el Mediterráneo, evacuando agua para ajustarse a la bajamar. Por otro lado, las diferentes masas de agua entrante y saliente por el Estrecho suponen una compleja estructura espacial de la columna de agua y corrientes en esta zona.

El oleaje del Golfo de Cádiz está fuertemente gobernado por la configuración del Estrecho de Gibraltar y la protección que proporciona el Cabo de San Vicente frente a los oleajes energéticos del noroeste. En invierno los oleajes dominantes y más energéticos provienen del noroeste (borrascas noratlánticas), mientras que en verano los vientos de levante generan oleajes de corto período que llegan a las costas de Huelva con dirección sureste.

Las características de las dinámicas marinas en el Mediterráneo español son totalmente diferentes a las de la cuenca Atlántica. Debido al tamaño del mar Mediterráneo y la configuración del litoral, los oleajes que llegan a las costas españolas están poco desarrollados y se caracterizan por tener períodos bajos (6-8 segundos) y alturas de ola media pequeñas (en torno a 0,5 m). La zona más energética se presenta en la costa Brava, en Girona, y al norte de las islas de Menorca y Mallorca, que en invierno sufren los temporales del noreste asociados a vientos fuertes del Mistral. En cuanto a la marea, al ser un mar semiconfinado la marea astronómica es muy pequeña, puesto que es poca la masa de agua que penetra a través del Estrecho de Gibraltar cada 12 horas. Sin embargo, la marea meteorológica, asociada a eventos de bajas presiones y fuertes vientos toma un carácter importante, llegando a acumularse hasta 1 m de agua en la costa.



Por último, las Islas Canarias, situadas en la región macaronésica tienen unas características del oleaje condicionadas por su situación: la proximidad del continente africano y el apantallamiento que ejercen unas islas sobre otras. Los oleajes dominantes proceden del noroeste en invierno, generados por las tormentas extratropicales del Atlántico Norte, con largos períodos y elevada altura de ola (entre 2 y 4 m), y del noreste, que se corresponden con oleajes en generación (poca altura de ola y corto período) debidos a la acción de los vientos alisios característicos de la primavera y el verano. Ocasionalmente también pueden llegar oleajes del suroeste de largo período generados por ciclones tropicales lejanos en la estación de otoño. En cuanto a la marea en las islas es también semidiurna y su valor medio está en torno a 1 m y con valores máximos de 2,5 y 3 m pero no hay que perder de vista la sobreelevación generada por los fenómenos meteorológicos, que puede llegar a ser del mismo orden de magnitud que la marea astronómica.

## 2.6. Los sistemas naturales

El litoral español es un organismo vivo que está en permanente proceso de remodelación por la acción del oleaje, las mareas, las avenidas de los ríos, el viento... el resultado es un paisaje de gran belleza que alberga distintos ecosistemas de transición, siendo las playas, los estuarios y las plataformas intermareales rocosas los más representativos de nuestras costas.

Desgraciadamente, en los últimos cincuenta años la transformación de las costas españolas ha sido tan extensiva que los espacios naturales o vírgenes escasean en nuestro patrimonio litoral. Sin embargo, la riqueza de nuestro litoral ha permitido que todavía queden ecosistemas, hábitats y una gran biodiversidad que hacen de nuestras costas un paraje espectacular.

Las playas son los ecosistemas más frecuentados debido a su uso recreativo, sin embargo, desde un punto de vista ecológico la dinámica propia de estos ambientes sedimentarios determina que, en términos generales, sean ecosistemas más pobres y poco diversos, poblados principalmente por invertebrados enterrados en la arena que sirven como alimento a cangrejos, insectos y aves costeras. Las playas ocupan un 24% de la costa española y suponen alrededor de 1.900 km. A lo largo del litoral español encontramos distintos tipos y características. Por ejemplo, en el norte cabe destacar las playas encajadas. Resalta la playa urbana de La Concha en San Sebastián, por su gran belleza, pero también merecen una mención especial las playas del entorno de Llanes, donde podemos encontrar la playa de Gulpiyuri, una pequeña playa situada tierra adentro y formada por el hundimiento de una dolina de tipo cárstico. Otra playa que destaca por su gran belleza es la playa de Las Catedrales en la costa de Lugo. Las playas de las Islas Cíes son de arenas blancas y finas, y su existencia es debida al abrigo que le proporcionan los farallones, que las protegen de las grandes olas generadas en el Atlántico Norte. En el Golfo de Cádiz, las playas de la Barrosa y Cabo Roche son de arena media dorada procedente de las torrenteras y la erosión de los acantilados, pudiendo destacara también las largas playas de El Palmar y Zahara de los Atunes que se extienden hacia el Estrecho de Gibraltar donde encontramos las dunas de Valdevaqueros cerca de Tarifa. En el oeste andaluz las playas albergan una comunidad faunística moderadamente rica, entre las que se encuentran importantes recursos marisqueros como las coquinas, almejas, berberechos o navajas. El litoral mediterráneo también cuenta con un gran número de kilómetros de playa, pero desgraciadamente, la mayoría de ellos han sufrido la presión urbanística desmesurada de los últimos años. Esto da lugar a playas atrapadas entre el desarrollo urbanístico del lado de tierra y los impactos de cambio climático del lado del mar. Las playas que no se encuentran constreñidas de esta manera pueden cambiar su forma y extensión de manera natural en respuesta a cambios en los temporales, oleajes o corrientes. Sin embargo, las modificaciones hechas por el hombre en la franja costera limitan fuertemente la respuesta natural de las playas ante el cambio climático (Defeo y McLachlan 2005). Afortunadamente quedan

reductos como la playa de Los Genoveses, en la costa de Almería, que se encuentra en el Parque Natural de Cabo de Gata, uno de los pocos lugares de la costa española mediterránea libre de la presión urbanística.



Figura 4. Playa de los Genoveses. Fuente: Mares de España (Pag. 25 Mares de España)

Los sistemas dunares han sufrido, desgraciadamente, una gran regresión en el último siglo. Estos sistemas presentan una colonización por especies únicas capaces de sobrevivir en un ambiente extremadamente seco y salino y en un terreno inestable. A lo largo del litoral español, hoy en día, encontramos pequeños reductos de cordones dunares debido a la fuerte presión urbanística desarrollada, en muchos casos, sobre estos sistemas sedimentarios. La desaparición de las dunas es consecuencia, por una parte, de la disminución de los aportes sedimentarios y, por otra, de la desestabilización que genera la urbanización litoral. Sin embargo destacan los complejos dunares del Parque Nacional de Doñana, que forman el mayor sistema de dunas móviles de Europa, las ya mencionadas dunas de Valdevaqueros o las dunas de Maspalomas, al sur de la Isla de Gran Canaria. En las dunas compiten la flora y la fauna terrestres que soportan altos niveles de salinidad. La biodiversidad de estos ecosistemas es inmensa: correlimos, gaviotas, aves zancudas... en cuanto a la flora, encontramos una clara graduación en la vegetación, desde el barrón característico de las dunas primarias hasta especies como el pino marítimo, fijado en las dunas terciarias.

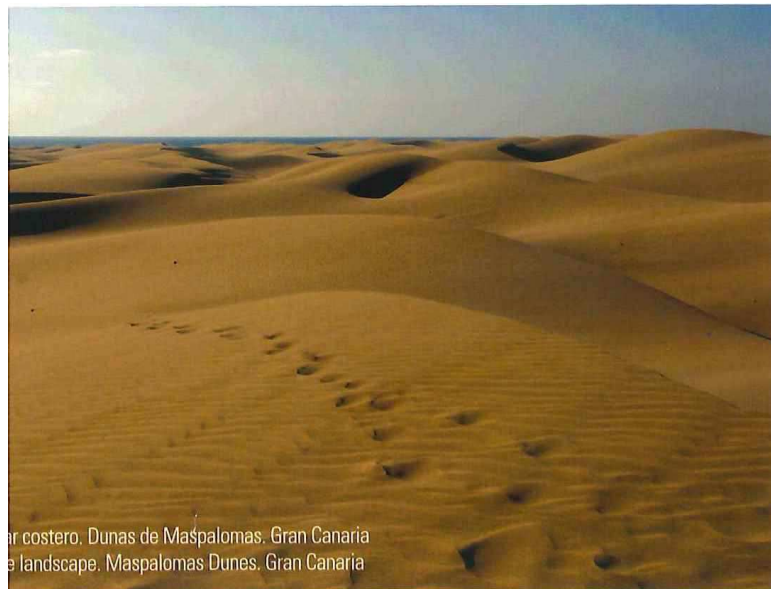


Figura 5. Dunas de Maspalomas. Fuente: Mares de España (Pag .19 Mares de España)

Por el contrario, la zona intermareal de los sustratos rocosos que bordean el litoral, aunque es una franja muy estrecha, comparada con la amplitud de otros espacios litorales, presenta una gran riqueza y muy elevada diversidad de especies, además de albergar recursos marisqueros de alto valor económico, como los percebes. Este tipo de hábitats es característico del litoral cantábrico y la costa gallega.

Otro ecosistema característico de nuestras costas y de gran belleza son los acantilados rocosos. Se localizan principalmente en el litoral cantábrico, Galicia, islas Canarias y Baleares, Granada, Almería, Murcia, Alicante y Girona. Los acantilados más altos de Europa se encuentran en la costa gallega, en Herbeira, también destacan los de Cabo Ortegal, donde confluyen las aguas atlánticas y cantábricas, o los de Estaca de Bares, que separan las rías de Ortigueira y del Barquero. En Andalucía Occidental destacan los acantilados de Roche, al norte de Conil de la Frontera, formados por arcillas y arenas de colores ocres, anaranjados y rojizos. Entre Almuñecar y Nerja se encuentran los acantilados de Cerro Gordo, paisaje formado por el encuentro de la Sierra Almijara con el Mar de Alborán. El acantilado se eleva bruscamente alcanzando unos 80 m de altura, alternando con pequeñas playas y diminutas calas formadas por la acción del oleaje y por los deslizamientos de las laderas. Ya en el Mediterráneo, la Serra Gelada se alza sobre las planas de Benidorm, l'Alfàs del Pi y Altea y, en su frente litoral, forma una línea de acantilados de más de 300 m de altura. En el oeste de Tenerife son famosos Los Gigantes, unos enormes acantilados basálticos que miden hasta 800 m de altura.

Los humedales costeros son uno de los paisajes más interesantes del litoral español: marismas formadas en los estuarios de los ríos, salinas, lagunas litorales, deltas, albuferas... Además representan uno de los hábitats más valiosos del planeta debido a su importancia como núcleos generadores de vida en el medio marino. Se trata de unidades ambientales que concentran la mayor capacidad de producción de biomasa del planeta, llegando a superar hasta en 10 veces a la de los bosques tropicales. Esa abundancia de alimento atrae a numerosas aves migratorias y permite el desarrollo de una gran diversidad de especies animales y vegetales, siendo algunas de ellas exclusivas de determinadas zonas del litoral español. Sin embargo, los valores ambientales de los humedales contrastan con su extremada fragilidad, ya que son sistemas particularmente sensibles a los usos humanos inadecuados o excesivos. En los estuarios se desarrolla una importante comunidad de invertebrados bentónicos responsable, en gran parte, de la riqueza y abundancia de organismos que los caracteriza. También tienen mucha importancia las comunidades vegetales, cuya distribución responde, en buena medida, a los



gradientes mareales existentes en estas zonas. Así, en las zonas permanentemente sumergidas o en la intermareal media e inferior, el sustrato es colonizado por praderas de fanerógamas marinas que proporcionan numerosos microhábitats que son utilizados por la fauna como zonas de refugio frente a depredadores o como zonas de puesta. Además, los humedales tienen especial trascendencia para la avifauna, que los utiliza como zona de refugio, descanso y alimentación y constituyen áreas de paso para numerosas especies migratorias, muchas de las cuales están recogidas en alguna figura de protección a nivel europeo. En el norte encontramos las marismas de Urdaibai en Vizcaya y las marismas de Santoña en Cantabria como importantes lugares de invernada para especies migratorias que se reproducen en otras latitudes. Como una zona de transición particular del litoral encontramos las rías gallegas. Las condiciones hidrográficas y la fauna y flora asociadas son eminentemente marinas, por lo que sólo la parte más interna de las rías se puede considerar estuario como tal. En el Golfo de Cádiz encontramos algunos de los estuarios más importantes de España, fundamentalmente asociados a las desembocaduras de los ríos Guadiana, Piedras, Tinto y Odiel (ría de Huelva), Guadalquivir (en las marismas de Doñana) y Guadalete (en la bahía de Cádiz), todos ellos de especial relevancia para la avifauna. Desde el punto de vista ecológico son de gran interés para la avifauna y la gran biodiversidad que albergan sus aguas.

En los estuarios mediterráneos la influencia mareal es escasa, lo que, unido al mayor caudal que aportan algunos ríos determina la formación de deltas, siendo su mejor representante el delta del Ebro. Desde el punto de vista ecológico, el litoral mediterráneo sobresale por sus marjales, albuferas y saladares. Estas zonas húmedas suelen ser muy someras y presentan un rango de salinidad muy variable en función del régimen de precipitaciones, de la evaporación y la influencia de las mareas. La Manga del Mar Menor representa una de las pocas lagunas litorales que quedan. En este caso es una laguna hipersalinizada separada del Mar Mediterráneo por un cordón dunar altamente urbanizado y degradado. Y mención especial recibe el Delta del Ebro, uno de los deltas más importantes del Mar Mediterráneo. El río Ebro recoge y conduce las aguas que dejan las borrascas noratlánticas en su viaje desde el Golfo de Vizcaya hasta su encuentro con el Mar Mediterráneo. En su desembocadura el río se convierte en un chorro de descarga soltando primero los materiales más gruesos y posteriormente los finos. Los sedimentos depositados en el frente deltaico afectaron al oleaje, cambiando su dirección de propagación y provocando su rotura y generando corrientes que, junto con el viento, redistribuyeron el sedimento formando los largos condones litorales del Trabucador y el Fangar. Desde que el delta se inició en Amposta, El Ebro ha tenido numerosas bocas, pero fue en el pasado siglo cuando definitivamente el río orientó su desembocadura al este. En los últimos años el río ha sido regulado por múltiples presas que han dado lugar a la disminución del caudal sólido del río y, por lo tanto, al retroceso del delta. Sin embargo, la introducción del cultivo de arroz, las prácticas de laboreo e inundación temporal, la utilización de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes y el abandono de algunas salinas también han alterado sustancialmente el delta.

Más abajo, sumergida entre roquedales y arena, se afirma la vegetación de algas laminarias de diferentes colores y texturas, que las olas arrancan y transportan hasta la playa. A una profundidad de entre cinco y quince metros vive la *Posidonia oceanica*, especie milenaria de lento crecimiento, característica de las aguas Mediterráneas (Jordà et al. 2012b).





La *Posidonia oceanica* es uno de los ecosistemas más sensibles y emblemáticos en el Mediterráneo constituyendo un gran tesoro natural. La *P. oceanica* es una especie endémica de esta zona, de gran valor ecológico que constituye el entorno más singular y de mayor diversidad de este litoral, siendo la base de un ecosistema clave en esta región. A lo largo de todo el Mediterráneo las praderas de *Posidonia* ocupan en torno a 50.000 Km<sup>2</sup>, concentrándose en las Islas Baleares bosques de 2.000 km<sup>2</sup> (el 90% del que ocupa en todo el Mediterráneo español) en fondos de entre 1 y 45 m de profundidad. Estas praderas están protegidas por la Directiva Hábitat de la Unión Europea y por la legislación española que las declara en Régimen de Protección Especial. Otras figuras como el Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera o la declaración de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO de la pradera de la playa de S'Espalmador en Formentera tratan de proteger esta planta que forma uno de los ecosistemas más productivos e importantes para el mantenimiento de la biodiversidad. Además, los bosques de *Posidonia* proporcionan importantes servicios naturales: son importantes sumideros de CO<sub>2</sub>, superando en 10 veces la capacidad de sumidero del bosque amazónico virgen, acumulan depósitos de carbono de varios metros de espesor reteniendo sedimentos, disipando la energía del oleaje y alimentando las playas con carbonatos, protegiendo así las costas frente a la erosión y manteniendo la transparencia de las aguas y sirven como hábitat a especies también protegidas y amenazadas (Jordà et al. 2012b).

La *P. oceanica* es además, muy probablemente, la especie más longeva de la biosfera. En Formentera se encontró un clon de esta planta que podría superar los 100.000 años de edad (Arnaud-Haound et al. 2012). Su crecimiento es muy lento, basado en el crecimiento clonal, que comparte con otras plantas marinas. Sus tallos crecen 1 cm al año (llegan a vivir más de 50 años) y ocupan lentamente el espacio produciendo millones de plantas a partir de un mismo clon (tardan entre 200 y 600 años en ocupar una hectárea de fondo marino). Sus hojas viven en torno a 1 año y pueden alcanzar un metro de longitud. La especie se caracteriza porque se puede adaptar a la variación local de los recursos ajustando su modo de crecimiento: en regiones pobres el crecimiento será más lento, con mayores raíces y mayor longitud de las hojas. Como consecuencia de ello la *P. oceanica* es una especie muy vulnerable a pequeños aumentos en su tasa de mortalidad, lo que da lugar a una pérdida de plantas muy rápida y a la regresión de las praderas.

## 2.7. El sistema socioeconómico

España es un país costero por excelencia que cuenta con más de 10.000 km de costa, una relevante posición estratégica, singulares características oceanográficas, paisajes de gran belleza y riqueza biológica sin igual. Todos estos factores han hecho que el desarrollo socioeconómico de España siempre haya estado íntimamente ligado al mar y sus costas. Tradicionalmente los principales usos vinculados al mar han sido la pesca y el transporte marítimo, pero junto a ellos, cada vez son más los usos y actividades que se desarrollan en el mar y la costa, como la acuicultura, el turismo, el aprovechamiento energético de olas, viento y mareas, desalinización de agua... (Actividades Humanas en los Mares de España 2008).

La tradición pesquera en nuestro país es bien conocida. La economía de muchas poblaciones costeras españolas ha dependido en el pasado, y sigue dependiendo hoy en día de esta actividad. Un caso claro son las numerosas localidades gallegas que viven de la pesca y el marisqueo, poblaciones en el Cantábrico como Bermeo en Vizcaya o Santoña en Cantabria, o por ejemplo pueblos como Barbate, en el sur de Cádiz, que viven de la pesca del atún de almadraba. En la actualidad España se encuentra a la cabeza de la Unión Europea en tonelaje de flota, volumen y valor de la pesca desembarcada, número de pescadores y producción acuícola. Además de la pesca, también suponen una materia prima muy valiosa las algas, con las que se puede elaborar papel, alcohol, levadura, cosméticos y otros productos como el agar. En la costa cantábrica es tradicional la recogida de la caloca (nombre dado a algas del género *Gelidium*) en los primeros meses de otoño, tras los



temporales que arrancan las algas del fondo y las depositan en las playas, para la fabricación de gelatinas y agentes gelificantes.

El atractivo que han ido ganando a lo largo de los años las zonas costeras ha supuesto una importante migración hacia el litoral. A principios del siglo XX sólo se utilizaba el 12% del suelo litoral español, en 1950 la ocupación había llegado al 20%; en 1988 esta cifra ascendió al 55% con nuevas ciudades, instalaciones agrícolas e industriales y ya en 2006, más del 75% de la costa estaba urbanizada (Losada 2010). Gran culpa de esta desmesurada urbanización la ha tenido el modelo socioeconómico desarrollado en el turismo de sol y playa. Según la UE, dentro del sector turístico, el costero es el más importante en términos de flujos y generación de renta. Las zonas costeras son las preferidas y la región Mediterránea es el principal destino del mundo, representando un tercio de los ingresos totales del turismo (Actividades Humanas en los Mares de España, 2008). Sin embargo, el sector turístico depende de manera significativa de la buena conservación de las costas y las aguas, y los procesos de urbanización y el desarrollo de las actividades turísticas configuran un conjunto de presiones sobre el medio, que se concentra especialmente en el Mediterráneo, donde en la actualidad, una tercera parte de la costa mediterránea española tiene totalmente edificado su primer kilómetro de mar a tierra. Ejemplos claros son localidades de la Costa Blanca como Benidorm, Torrevieja o Marina D'Or en Alicante, o Torremolinos, Málaga o Marbella en la Costa del Sol. Además del turismo de sol y playa, hay otras actividades ligadas a este sector como son los deportes náuticos: navegación deportiva, submarinismo, windsurf, kitesurf o surf, actualmente en pleno auge. Algunas pequeñas localidades de la costa española han desarrollado sus economías alrededor de estos deportes, como Tarifa, en Cádiz, que vive del windsurf y kitesurf, o Mundaka en Vizcaya, mundialmente conocida por los amantes del surf por la ola de su ría. Además, la navegación deportiva es la actividad que ha dado lugar también a un amplio desarrollo de nuevos puertos deportivos a lo largo de todo el litoral español.

Otro de los motores económicos del país tiene que ver con la actividad portuaria. Los principales puertos de interés general en España dan entrada y salida a la mayor parte de las exportaciones (cerca del 60%) e importaciones (85%) de mercancías (Puertos del Estado). Además, la situación geográfica de España, próxima al eje de una de las rutas marítimas más importantes del mundo, la beneficia de un mayor afianzamiento como área estratégica en el transporte marítimo internacional y como plataforma logística del sur de Europa. La situación geográfica del puerto de Algeciras, a las puertas del Mar Mediterráneo, lo convierte principalmente en un puerto *hub* de intercambio de contenedores, siendo el puerto español que más mercancía mueve. En el Mediterráneo los puertos de Valencia y Barcelona son los que mayor volumen de mercancías mueven, mientras que en el Cantábrico destacan los puertos de Bilbao, Gijón y Ferrol. Los puertos de Las Palmas y Tenerife también son puertos comerciales que destacan por su alto volumen de mercancías.

Por otra parte, otro campo que se viene desarrollando en los últimos años es el aprovechamiento de la energía generada en mares y océanos. Las energías renovables que se pueden aprovechar del mar son fundamentalmente la maremotriz (energía de las mareas), undimotriz (energía de las olas) y la eólica marina, mediante parques eólicos *offshore*. El aprovechamiento de estas energías todavía se encuentra en un estado bastante inicial en España, donde principalmente se están llevando a cabo estudios científicos, pruebas mediante plantas piloto o prototipos y regulaciones del sector (en 2007 se comenzó a regular normativamente el sector de la energía eólica marina). Pero además, España cuenta con la primera planta maremotriz comercial de Europa, situada en Motrico (Guipúzcoa), e inaugurada en Julio de 2011. Esta no es la situación en gran parte de Europa donde la energía eólica *offshore* se encuentra en un estado de implantación muy avanzado.



## 2.8. Identificación de las zonas protegidas

### 2.8.1. Introducción

La costa española posee un gran valor ambiental que se ve representado en la gran cantidad de espacios protegidos existentes a lo largo de la costa. Muchos de estos espacios son especialmente vulnerables al cambio climático, y muchos otros juegan un papel primordial a la hora de reducir la vulnerabilidad al cambio climático en la costa española.

Concretamente, el artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, requiere el establecimiento de uno o más registros de todas las zonas incluidas, en cada demarcación hidrográfica, que hayan sido declaradas objeto de una protección especial en virtud de una norma comunitaria específica relativa a la protección de las aguas superficiales o a la conservación de los hábitats y las especies que dependen directamente del agua.

Entre otras, el Registro de Zonas Protegidas incluye: 1) **Zonas de protección de especies acuáticas significativas desde el punto de vista económico.**

Hasta la fecha, las especies económicamente significativas que disponen de algún tipo de soporte legal de protección en cuanto a niveles de calidad del agua son los moluscos e invertebrados marinos, a través de la Directiva 79/923/CEE. 2) **Zonas de uso recreativo, incluidas las zonas declaradas aguas de baño.** Comprende las zonas destinadas al baño de acuerdo con la Directiva 2006/7/CEE y el Real Decreto 1341/2007 de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baños.

[NAYADE - Sistema de Información de Aguas de Baño](#) y 3) **Zonas designadas para la protección de hábitats o especies.** Son zonas en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante de su protección, incluidos los puntos Natura 2000 pertinentes designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE, de hábitats, y 79/409/CEE, de aves.

Otra fuente importante de información la constituyen, la normativa española de espacios protegidos,

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/leg-espanola-espacios-prottegidos.aspx>

La cartografía y bases de datos de todos los espacios protegidos

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/servidor-cartografico-wms-/default.aspx>

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ENP\\_Descargas.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ENP_Descargas.aspx)

La protección de zonas de alto valor ecológico en la costa y el mar tiene su máximo exponente en el establecimiento de espacios marinos protegidos, considerados desde un punto de vista integrado y gestionados de acuerdo con el enfoque ecosistémico. Esta herramienta de gestión, la más coherente desde un punto de vista ecológico, se desarrolla sin menoscabo del establecimiento de otros espacios protegidos de carácter sectorial como pueden ser las reservas marinas de interés pesquero o las áreas especiales para la navegación en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI).

En España recientemente se han aprobado varios órdenes ministeriales por las que se declararán 39 ZEPAs marinas y se propone la declaración de diez LIC marinos, lo que ha significado que España pase de menos del 1% al 8% de superficie marina protegida bajo la Red Natura 2000.



La información relativa a las áreas marinas protegidas (RAMPE) puede encontrarse en el siguiente enlace.

<http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-areas-marinas-protegidas-espana/red-rampe-index.aspx>

Es necesario destacar que gran parte de los ecosistemas costeros protegidos, por cualquiera de los convenios o figuras de protección consideradas, son de gran importancia para la adaptación al cambio climático, pues prestan importantes servicios que permiten reducir los efectos que el cambio climático puede producir en la costa.

Por su importancia en la costa española, a continuación se describe con mayor extensión dos elementos de protección esencial como son la Red Natura 2000 y el Convenio RAMSAR.

### **2.8.2. Red Natura 2000**

En España, conforme a la Ley 42/2007, los espacios protegidos red Natura 2000 son aquellos espacios del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía y o jurisdicción nacional que contribuyen de forma apreciable al mantenimiento o, en su caso, al restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y los hábitat de las especies de interés que tienen un alto valor ecológico a nivel de la Unión Europea.

Estos espacios son los denominados Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que posteriormente serán declarados Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y las Zonas de Especial protección para las Aves (ZEPA).

Toda la información relativa a la Red Natura 2000 puede encontrarse en el siguiente enlace.

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn\\_espana.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_espana.aspx)

Más específicamente la información relativa a la Red Natura 2000 de ámbito marino (LIC/ZEC/ZEPA) puede encontrarse en:

<http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-natura-2000-ambito-marino/red-natura-2000-ambito-marino.aspx>

### **2.8.3. Humedales RAMSAR**

El Convenio de RAMSAR, o Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, establece la creación a nivel internacional de una red de humedales conocida como Lista RAMSAR. Los lugares españoles incluidos en la Lista RAMSAR representan una amplia tipología de humedales: zonas húmedas, planas en áreas de sedimentación, humedales asociados a valles fluviales, humedales litorales dependientes de las aguas subterráneas, humedales artificiales, marismas, estuarios, formaciones deltaicas, marjales, lagunas litorales, etc; son muestra de la gran ecodiversidad de ambientes acuáticos naturales y seminaturales de nuestro país.

La información al respecto la facilita la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, con los datos aportados por cada una de las Comunidades Autónomas, para atender los compromisos a los que queda obligado el Estado Español al ratificar el Convenio y puede encontrarse en el siguiente enlace:

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ramsar.aspx>



En general, la información relativa a espacios protegidos por instrumentos internacionales (RAMSAR, áreas marinas protegidas OSPAR, ZEPIM) puede encontrarse en:

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/espacios-protegidos-por-instrumentos-internacionales/>

## 2.9. Figuras de protección de las Comunidades Autónomas

Las Comunidades Autónomas cuentan con diferentes figuras legales para la calificación de zonas protegidas. Parque Nacional, Parque Natural o Regional, Reserva Integral o Natural, Reserva Natural Integral o Natural Especial; Monumento Natural, Paisaje Protegido, Espacio de Interés Natural o Humedal Protegido, son algunas de éstas figuras que son consideradas en la legislación autonómica.

Dada la extensión de la costa española incluir la identificación de todos los Espacios Naturales Protegidos costeros por Comunidad Autónoma sería sumamente extenso. Por ello, se incluyen los enlaces a las páginas correspondientes de las CCAA para su identificación.

### Gobierno Vasco

Red de Espacios Naturales Protegidos (ENPs)

<http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-bio/es/>

<http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-lugares/es/>

### Gobierno de Cantabria

Visualizador de información geográfica

<http://mapas.cantabria.es/>

### Gobierno del Principado de Asturias

Red Regional de Espacios Naturales Protegidos de Asturias (RENPA)

<http://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.4691a4f57147e2c2553cbf10a6108a0c/?vgnnextoid=6edf25d1d8375210VgnVCM10000097030a0aRCRD>

### Gobierno de Galicia

Red Gallega de Espacios Protegidos

[http://www.cmati.xunta.es/tema/c/Proteccion\\_do\\_medio](http://www.cmati.xunta.es/tema/c/Proteccion_do_medio)

### Junta de Andalucía

Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA)

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.f497978fb79f8c757163ed105510e1ca/?vgnnextoid=007fee9b421f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=3bdd61ea5c0f4310VgnVCM1000001325e50aRCRD>



## **Generalitat Valenciana**

### Espacios Protegidos

<http://www.citma.gva.es/web/espacios-protegidos>

## **Govern de les Illes Balears**

### Información General de los Espacios Naturales Protegidos

<http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M34&lang=ES&cont=21475>

## **Generalitat de Catalunya**

### Sistema de Espacios Naturales Protegidos de Cataluña

[http://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/patrimoni\\_natural/senp\\_catalunya/](http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/senp_catalunya/)

## **Gobierno de Canarias**

### Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos

<http://www.gobiernodecanarias.org/cmavot/espaciosnaturales/>

## **Gobierno de la Región de Murcia**

### Espacios y áreas protegidas de la Región de Murcia

<http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/areas-protegidas>

## **Gobierno de Ceuta**

### Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y de Gestión

<http://www.ceuta.es/pornng/plan.html>

## **Gobierno de Melilla**

### Visor medioambiental

[http://www.melillamedioambiente.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1942](http://www.melillamedioambiente.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1942)

## **2.10. Planes y Programas con vinculación con la Estrategia**

Aunque, por ser competencia del MAGRAMA, las medidas vinculadas a la Estrategia se implementarían en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, es necesario considerar que la Estrategia debe ser coherente con los planes sectoriales de aplicación en el mismo ámbito territorial, ya sean planes transfronterizos, estatales, autonómicos o locales, con los que pueden verse solapados o tener conexión. Especialmente la Estrategia debe ser compatible con el Plan Hidrológico Nacional, con el fin de asegurar que sus actuaciones sean acordes con la gestión pública del agua, la ordenación del territorio, la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza, y fundamentalmente en lo relativo al dominio público hidráulico.



Asimismo, la Estrategia deberá compartir y compatibilizar objetivos con las Estrategias Marinas, herramientas de planificación del medio marino, creadas como transposición al sistema normativo español de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de Junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina).

De las consultas realizadas en fases previas, algunas administraciones autonómicas han seleccionado los planes que en su territorio se solapan con la Estrategia. Estrategias o Planes Autonómicos frente al Cambio Climático, Planes y directrices de Ordenación Territorial, Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, Planes de Ordenación del Litoral, Planes Territoriales Sectoriales (industria, urbanismo, comercio, turismo, educación, tráfico marítimo, transporte y comunicaciones, pesca, etc.) o Planes Generales de Ordenación Urbana son algunos de ellos. Gran número de estos planes y programas se recogen en el Anexo 1.

Sin embargo, dada la gran extensión del territorio cubierto por la Estrategia y el gran número de sectores que co-existen en la costa, los planes con mayor vinculación a la Estrategia son los siguientes:

- Plan Nacional de Calidad de las Aguas
- Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones
- Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad 2011-2017
- Plan Estratégico para la Conservación y Uso Racional de los Humedales
- Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EEC-CEL) 2007-2012-2020
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- Plan Hidrológico Nacional
- Planes Hidrológicos y de Gestión de Riesgo de Inundación de las Demarcaciones Hidrográficas

Para todos ellos, se ha hecho un análisis pormenorizado de sinergias en el Estudio Ambiental Estratégico.

### 3. EL ÚLTIMO INFORME DEL IPCC Y SUS IMPLICACIONES PARA LA COSTA ESPAÑOLA

En 2014, el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) ha presentado su Quinto Informe de Evaluación (AR5), habiendo incluido en su Grupo de Trabajo II un capítulo específico sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación en zonas costeras y zonas bajas (Wong et al. 2014). Dicho capítulo recoge el estado actual del conocimiento y aunque no es específico de las costas españolas, gran parte de la información es relevante para entender el estado de la cuestión. Además, sintetiza los resultados más importantes sobre el conocimiento de las bases físicas.

En este diagnóstico se ha seguido el marco conceptual que se ilustra en la Figura 6 y que es el seguido por el IPCC en sus informes AR4 y, especialmente el AR5. Las consecuencias derivadas del cambio climático se plantean en términos de riesgos.

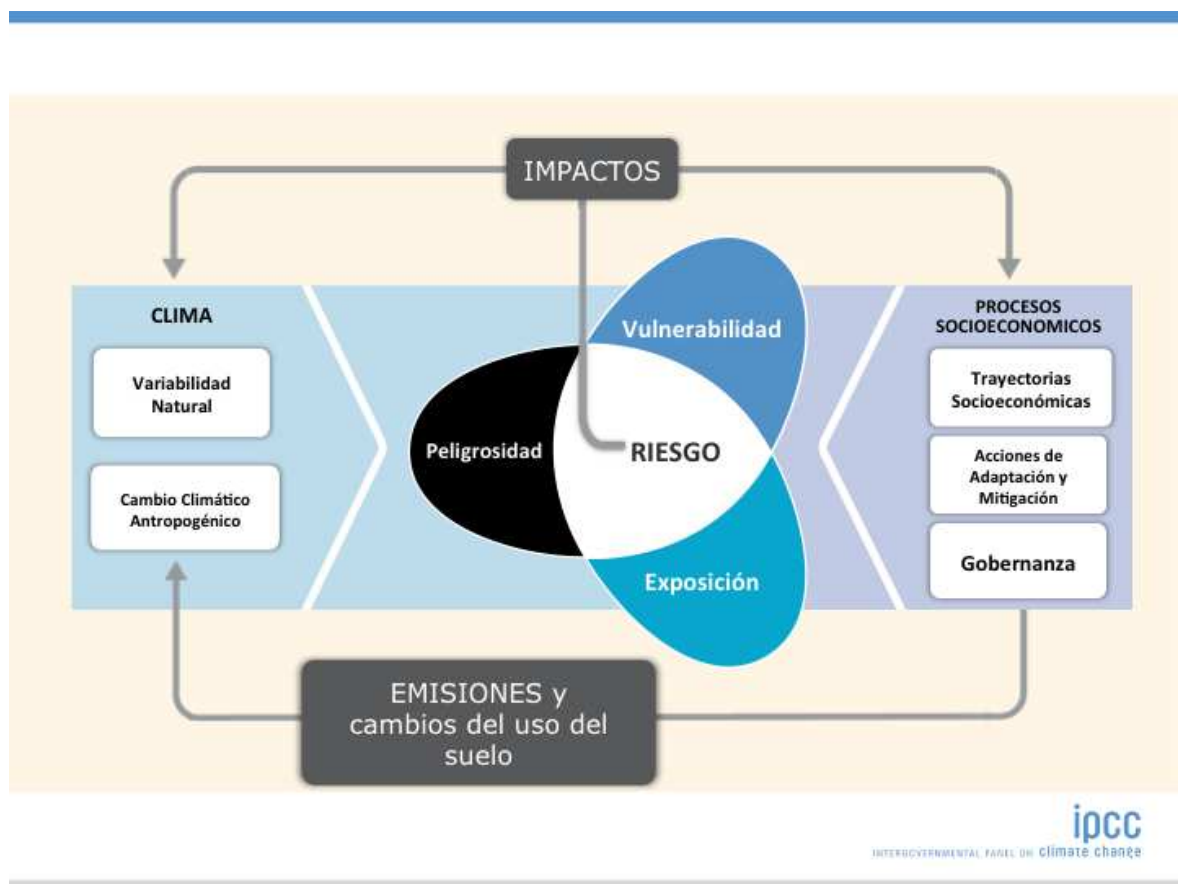


Figura 6. Esquema conceptual de la evaluación del riesgo derivado de impactos relacionados con el clima Fuente: Modificada de IPCC-AR5, 2014.

Como se muestra en el Figura 6, los riesgos derivados de los impactos relacionados con el clima se obtienen de la interacción de la peligrosidad relacionada con el clima, con la exposición y vulnerabilidad asociada a los sistemas naturales y humanos. Es necesario destacar que este análisis incluye tanto el cambio climático de largo plazo (tendencias) como la variabilidad climática y eventos extremos. Los cambios en el sistema climático, a la izquierda, y de los procesos socioeconómicos, incluyendo la adaptación y mitigación, son factores inductores de cambio en la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. Este esquema conceptual es importante





porque es el que se sigue en la mayor parte de los diagnósticos que se están realizando en el mundo, así como el que se ha seguido en el diagnóstico realizado para España en el proyecto C3E.

Para trasladar este marco conceptual a la costa Wong et al. (2014) asumen que la costa se puede dividir en dos subsistemas: los sistemas humanos o socioeconómicos y los sistemas naturales. Aunque las interacciones entre ellos son complejas y no lineales, esta división permite identificar más fácilmente los diferentes agentes susceptibles de generar riesgos así como sus elementos característicos, pues éstos contribuyen a la determinación de la exposición y vulnerabilidad frente al cambio climático. Los sistemas naturales considerados incluyen las costas rocosas, playas, humedales, praderas de laminarias, corales, acuíferos, estuarios, marismas, deltas, etc.

Dentro de los sistemas socioeconómicos se considera la población vinculada a los asentamientos urbanos, las infraestructuras o sectores de actividad económica como la agricultura, pesca, el turismo o aspectos vinculados a la salud.

En este análisis, el riesgo se asocia a aquellos factores de origen climático o no, susceptibles de cambiar y producir riesgos/consecuencias en los sistemas costeros. Para muchos de estos factores, los cambios son inducidos por la propia variabilidad natural del clima, mientras que otros son inducidos por el cambio climático de origen antropogénico.

Entre las opciones para reducir los riesgos asociados al cambio climático las estrategias de mitigación actúan directamente sobre el clima pero también sobre algunos de los factores antropogénicos. Sin embargo, la adaptación actúa sobre los factores de cambio pero también modificando la exposición o la vulnerabilidad, lo que modifica el riesgo. La Figura 7 muestra un esquema conceptual de los aspectos enunciados.

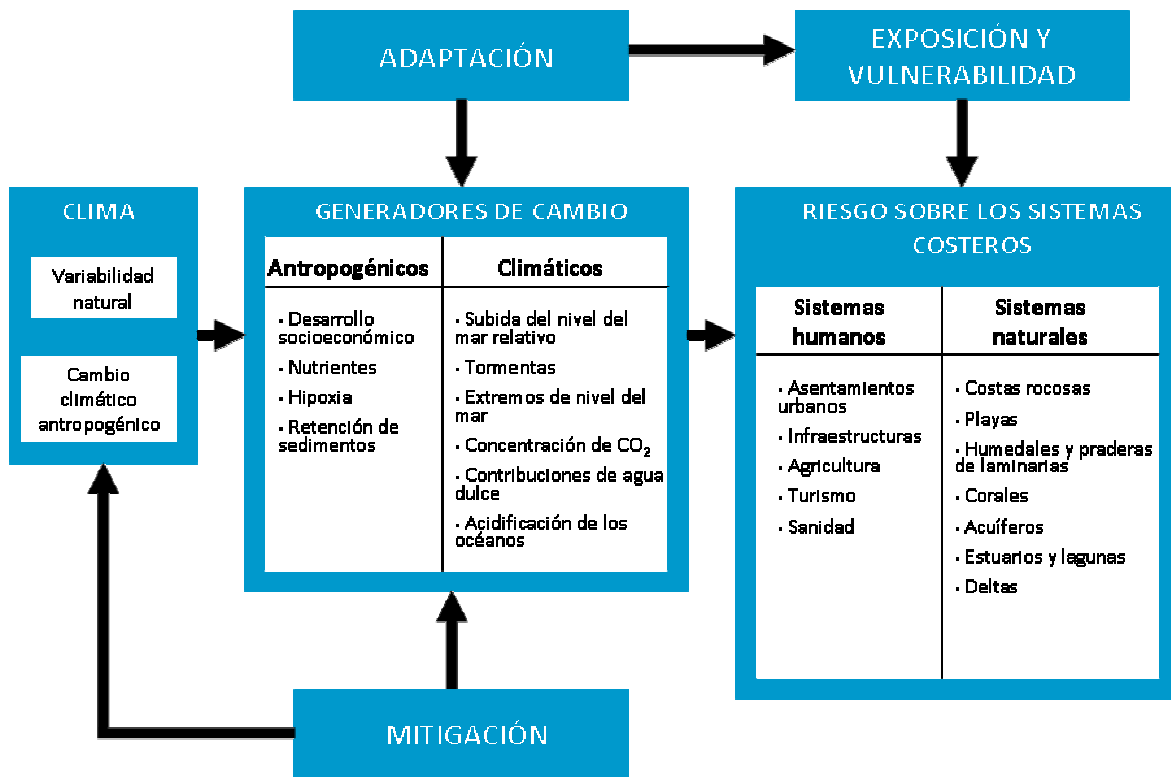


Figura 7. Esquema conceptual de cómo el cambio climático afecta al sistema costero generando consecuencias sobre los sistemas humanos y naturales. Fuente: Modificada de Wong et al., IPCC-AR5, 2014.

Entre los factores de cambio de origen climático se encuentran: cambios en el nivel del mar relativo, cambios en la temperatura del océano en superficie, cambios en las tormentas/temporales (oleaje, viento), en los extremos de nivel del mar, en la concentración de CO<sub>2</sub> en el océano y en las contribuciones de agua dulce al mar o la acidificación del océano. La Tabla 2 resume los principales efectos físicos y químicos de los factores de cambio climático a nivel global para los sistemas costeros, sus tendencias observadas desde el AR4 y las proyecciones incluidas en el AR5.



FACTORES CLIMÁTICOS	EFECTO	TENDENCIAS	PROYECCIONES
Nivel del mar	Inundación progresiva, daños por inundación, erosión costera; intrusión salina; cambios en el nivel freático; cambio y pérdida de humedales	Aumento muy probable (>90%) del nivel medio del mar global (5.3.2.2. AR5 WG1 Capítulos 3.7.2, 3.7.3)	Aumento muy probable (>90%) del nivel medio del mar global. Variabilidad regional
Tormentas (ciclones tropicales/extratropicales)	Marea meteorológica y oleaje; inundación costera, erosión; intrusión salina; cambios en el nivel freático; cambio y pérdida de humedales; daño en infraestructuras localizadas en la costa y en obras de protección	Ciclones tropicales: grado de confianza bajo (en torno a 2 sobre 10) en las tendencias observadas en la frecuencia y la intensidad debido a las limitaciones en las observaciones y la variabilidad regional (Box 5.1, WG1 2.6.3). Tormentas extratropicales: cambios probables (>66%) en la trayectoria de las borrascas, pero grado de confianza bajo en los cambios observados en la intensidad (5.3.3.1 AR5 WG1 2.6.4).	Ciclones tropicales: entre incremento probable (>66%) y ausencia de cambio en la frecuencia, incremento probable (>66%) en los ciclones tropicales más intensos. Tormentas extratropicales: alto grado de confianza (en torno a 8 sobre 10) de que la reducción de tormentas extratropicales será pequeño a nivel mundial. Grado de confianza bajo (en torno a 2 sobre 10) en lo referido a cambios en la intensidad.
Viento	Oleaje de viento, marea meteorológica, daños a infraestructuras situadas en la costa; cambios en el transporte eólico dunar	Grado de confianza bajo (en torno a 2 sobre 10) en las tendencias observadas en la velocidad media y extremal de los vientos (5.3.3.2, SREX, WG1 Capítulo 3.4.5).	Grado de confianza bajo (en tono a 2 sobre 10) en las proyecciones de velocidades medias del viento. Incremento probable (>66%) en la velocidad de los vientos extremos de ciclones tropicales.
Olas	Erosión costera, cambios en la operatividad y estabilidad de infraestructuras costeras; daño de infraestructuras situadas en la costa; inundación costera	Aumento (tendencia positiva) probable (>66%) en la altura de ola significativa en latitudes altas (5.3.3.2, WG1, Capítulo 3.4.5).	Grado de confianza bajo (en torno a 2 sobre 10) para las proyecciones en general pero grado de confianza medio (en torno a 5 sobre 10) para los incrementos en la altura de ola significativa en el hemisferio sur
Niveles del mar extremos	Inundación y erosión costera; sedimentación, intrusión salina	Grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10) de aumento de niveles del mar extremos debido al aumento del nivel medio del mar global (5.3.3.3, WG1 Capítulo 13).	Incremento con grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10) debido al aumento del nivel medio del mar global. Los cambios debidos a los cambios en las tormentas tienen un grado de confianza bajo (en torno a 2 sobre 10).
Temperatura del mar en superficie	Cambio en la estratificación y circulación; aumento del blanqueo de coral y mortalidad; migración de especies; incremento de afloramiento de algas; disminución del oxígeno disuelto	Grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10) en que el aumento de la temperatura superficial del agua costera es mayor que el aumento de la temperatura superficial del mar global.	La temperatura superficial del mar en la costa aumentará con el aumento de temperatura proyectado con un grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10)
Aportaciones de agua dulce	Cambio en los riesgos de inundaciones en el curso bajo de los ríos; modificaciones en la calidad del agua y salinidad; alteración de las aportaciones sedimentarias de los ríos; alteraciones de la circulación y aportaciones de nutrientes	Tendencia negativa neta en el volumen anual de contribuciones de agua dulce con un grado de confianza medio (evidencia limitada, en torno a 5 sobre 10).	Incremento general en latitudes altas y en las zonas tropicales húmedas y descenso en otras regiones tropicales con un grado de confianza medio (en torno a 5 sobre 10).
Aumento de la concentración atmosférica de CO <sub>2</sub>	Aumento del CO <sub>2</sub> en el océano: incremento de la fertilización por CO <sub>2</sub> ; disminución del pH del agua	Grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10) de aumento general con alta variabilidad local y regional.	Incremento de tasas sin precedentes pero con variabilidad local y regional con un grado de confianza alto (en torno a 8 sobre 10).

Tabla 2. Principales factores climáticos de cambio para los sistemas costeros, sus efectos, tendencias y proyecciones. (Fuente: Wong et al., IPCC-AR5)

Entre los factores de cambio de origen no climático se pueden considerar el desarrollo socioeconómico; el cambio en la aportación de nutrientes a las aguas costeras; la hipoxia o la retención de sedimentos aportados por los ríos.

Entre las conclusiones que ofrece el informe se pueden extraer las siguientes:

De las observaciones obtenidas hasta el momento, se puede concluir que los sistemas costeros son especialmente sensibles a tres factores de cambio vinculados al cambio climático: nivel del mar, temperatura del océano y acidez del océano (*nivel de confianza muy alto*). Esto puede interpretarse como que, aunque otros factores de cambio muestran cambios, no tenemos información suficiente como para atribuirlos al cambio climático.

En términos de impacto esto conduce a que el blanqueo de los corales y el desplazamiento espacial de algunas especies se puede atribuir directamente a los cambios en la temperatura del océano y a la acidificación. Para muchos otros impactos observados (p.e. erosión, inundaciones), es difícil separar la señal del cambio climático de los factores de cambio debidos al hombre (p.e. cambio en los usos del suelo, desarrollo de la costa, contaminación) (*gran acuerdo, evidencia robusta*), Figura 8.

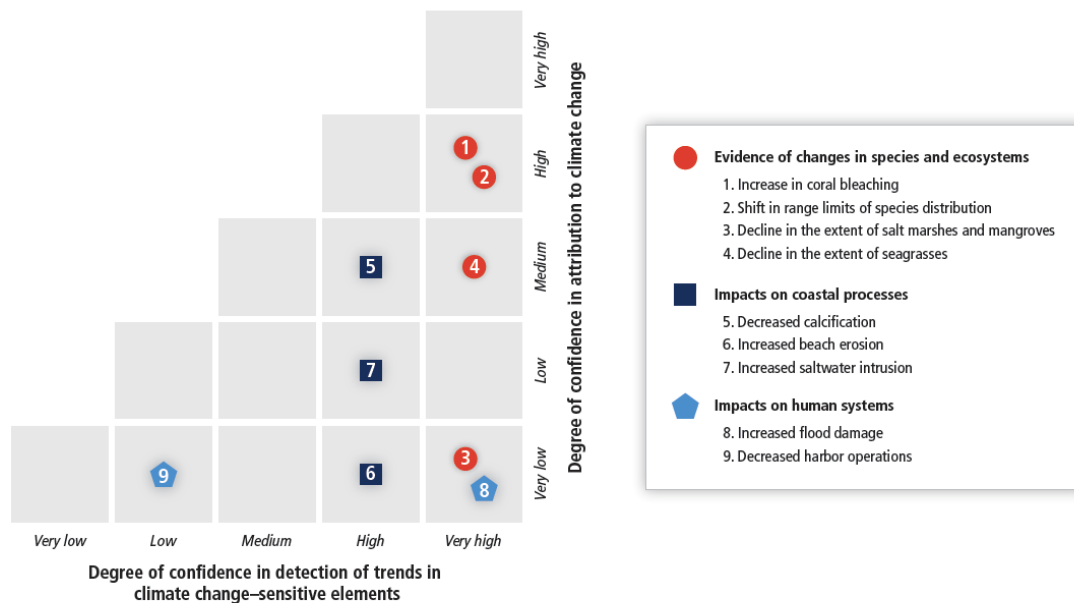


Figura 8. Resumen de la atribución y detección de impactos en zonas costeras. Fuente: Wong et al., IPCC-AR5

A pesar de la falta de atribución detectada en los cambios en la costa estamos expuestos, en el largo plazo, a experimentar los impactos del aumento del nivel del mar debido a que su respuesta al aumento de la temperatura es dilatada en el tiempo (*gran acuerdo*).



El problema de la detección-atribución es importante y extensible a España, en tanto en cuanto, la información existente en términos de observaciones de largo plazo que permita, a día de hoy, vincular algunos de los impactos observados en la costa directamente con el cambio climático, es muy limitada. Un factor importante que dificulta la atribución es el papel del desarrollo socio-económico.

El Informe destaca que la exposición de la población y de los bienes expuestos a riesgos costeros ha crecido rápidamente y se espera que esta tendencia continúe, resaltando además que el hombre ha sido el principal factor de cambio en los acuíferos costeros, lagunas, estuarios, deltas y humedales (*confianza muy alta*).

De cara al futuro, el AR5 considera importantes los siguientes aspectos. Pero antes de abordarlos es necesario poner de manifiesto que antes de la redacción del AR5, el IPCC decidió crear un nuevo conjunto de escenarios que reflejaran los avances en la investigación, la nueva disposición de datos y la mejora en la sofisticación de los modelos numéricos accesibles para proyectar el clima hacia el futuro. Estos nuevos escenarios, denominados Rutas Representativas de Concentración (RCP según sus siglas en inglés), son la base del Quinto Informe de Evaluación (AR5). La manera de crear los nuevos escenarios difiere de la utilizada en el desarrollo de los anteriores. Los nuevos RCP tratan de asegurar una mejor integración entre los forzamientos socioeconómicos, los cambios en el sistema climático y la vulnerabilidad del sistema natural y humano. En este caso no se plantean escenarios socioeconómicos que dan lugar a diferentes tasas de emisión de gases de efecto invernadero, sino que como punto inicial se toman diferentes alternativas de emisiones de gases de efecto invernadero: un escenario de bajas emisiones en el que se alcanza el pico a mitad del siglo XXI (RCP2.6); un escenario cuyos forzamientos radiativos se estabilizan antes de 2100 (RCP4.5); un escenario en el que los forzamientos radiativos se estabilizan después de 2100 (RCP6.0) y un último escenario representativo de altas concentraciones de gases de efecto invernadero (RCP8.5). La Tabla 3 resume las proyecciones de temperatura, concentración de CO<sub>2</sub> y nivel del mar medio global (GMSLR), para cada uno de los RCP para diferentes horizontes temporales.

ESCENARIOS DE EMISIONES	TRAYECTORIA REPRESENTATIVA DE CONCENTRACIONES (RCP)	CONCENTRACIÓN DE CO <sub>2</sub> EN 2010 (PPM)	INCREMENTO DE TEMPERATURA (°C)	AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR (m)					
				2081 - 2100	2046 - 2065	2100	ESCENARIO	2200	2300
BAJO	2.6	421	1.0 [0.3 - 1.7]	0.24 [0.17 - 0.32]	0.44 [0.28 - 0.61]	BAJO	0.35 - 0.72	0.41 - 0.85	0.50 - 1.02
MEDIO BAJO	4.5	538	1.8 [1.1 - 2.6]	0.26 [0.19 - 0.33]	0.53 [0.36 - 0.71]	MEDIO	0.26 - 1.09	0.27 - 1.51	0.18 - 2.32
MEDIO ALTO	6.0	670	2.2 [1.4 - 3.1]	0.25 [0.18 - 0.32]	0.55 [0.38 - 0.73]	ALTO	0.58 - 2.03	0.92 - 3.59	1.51 - 6.63
ALTO	8.5	936	3.7 [2.6 - 4.8]	0.29 [0.22 - 0.38]	0.74 [0.52 - 0.98]				

Tabla 3. Proyecciones del nivel medio del mar global, en metros, relativas al periodo 1986-2005. Las proyecciones están basadas en la expansión térmica del océano calculada de modelos climáticos; las contribuciones de los glaciares, Groenlandia y la Antártida de cálculos basados en el equilibrio de masas superficiales utilizando proyecciones de temperatura de modelos climáticos, el rango de la contribución de Groenlandia y la Antártida debido a los procesos dinámicos y la contribución terrestre a los niveles del mar estimada de estudios disponibles. Para los niveles hasta 2100, incluido, se presentan los valores centrales y el rango del 5-95%. Para las proyecciones a partir de 2200, los rangos representan la dispersión del modelo debido al pequeño número de proyecciones de modelos disponibles y el escenario "alto" incluye proyecciones basadas en los RCP6.0 y RCP8.5. Fuente: IPCC-AR5.

Es importante destacar que el IPCC concluye que la gran variabilidad espacial en el aumento de nivel del mar, conjuntamente con factores locales dará lugar a que el nivel del mar relativo local (RSLR) pueda diferir considerablemente de las proyecciones del nivel medio del mar global (GMSLR) mostradas en la Tabla 3 (*confianza muy alta*).

Además, tanto el nivel del mar relativo como los impactos están afectados por un conjunto de procesos no relacionados con el clima (p.e. subsidencia, ajuste glacial isostático, transporte de sedimentos, desarrollo de la costa (*confianza muy alta*).

No obstante, a partir de estas proyecciones, el IPCC determina que los sistemas costeros experimentarán un aumento en los impactos adversos debidos a la inundación progresiva, inundación ante eventos extremos, y erosión por aumento del nivel del mar relativo (*confianza muy alta*). Las playas, dunas y acantilados actualmente en erosión, seguirán erosionándose con el incremento del nivel del mar (*confianza alta*).

Los impactos debidos a grandes borrascas y su marea meteorológica asociada serán peores debido al aumento del nivel del mar medio global, a pesar de que las incertidumbres asociadas a los cambios a escala regional en los ciclones tropicales y de latitudes medias hace que las proyecciones de los cambios de la marea meteorológica tengan baja confianza.

La Figura 9 muestra el incremento en la altura de las defensas de protección frente a inundación costera que sería necesario en el periodo 2081-2100 para preservar la misma frecuencia de excedencias experimentada en el periodo 1986-2005. El resultado se muestra para la localización de 182 mareógrafos y considerando las proyecciones regionales de aumento del mar relativo correspondientes al RCP4.5. (Fuente: Wong et al. 2013). Como puede observarse, y aunque se trata de un análisis de alcance global, los resultados muestran que, en la costa atlántica española, sería necesario elevar las defensas entre 0,35 y 0,55 m, antes de fin de siglo, si se quiere mantener los niveles de excedencia actuales.

La acidificación y calentamiento de las aguas costeras continuará dando lugar a consecuencias negativas para los

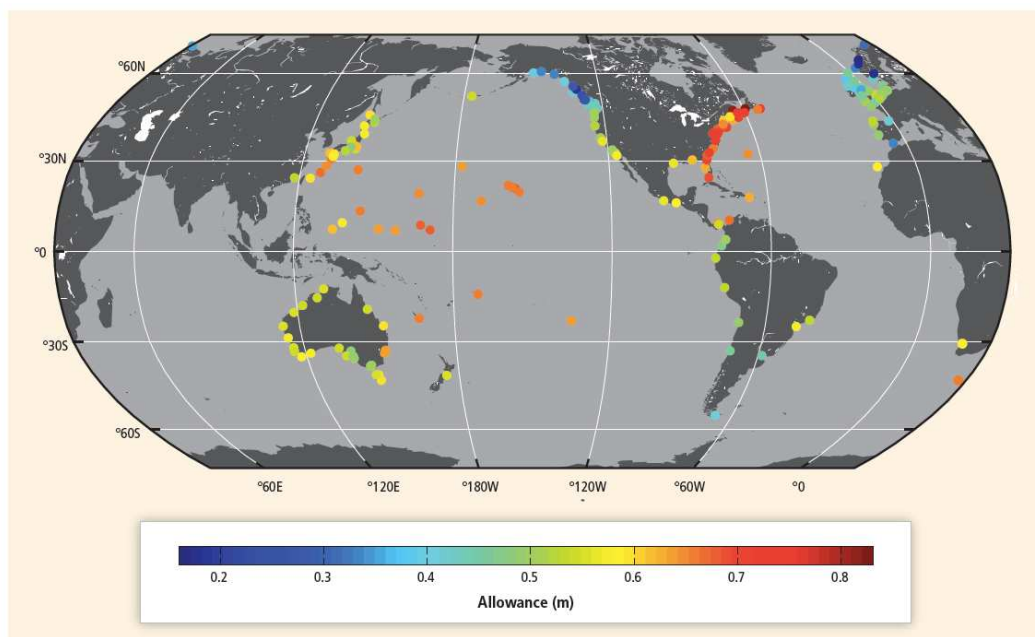


Figura 9. Incremento en la altura de las defensas de protección frente a inundación costera que sería necesario en el periodo 2081-2100 para preservar la misma frecuencia de excedencias experimentada en el periodo 1986-2005. El resultado se muestra para la localización de 182 mareógrafos y considerando las proyecciones regionales de aumento del mar relativo correspondientes al RCP4.5. (Fuente: Wong et al. IPCC-AR5).



ecosistemas costeros (*confianza alta*). El incremento en la acidez será mayor en aquellas zonas donde la eutrofización o los afloramientos sean importantes. Tendrá impactos negativos en muchos organismos calcáreos (*confianza alta*).

El calentamiento y la acidificación darán lugar al blanqueo y mortalidad de los corales, reduciendo su capacidad de generación (*confianza alta*), haciendo de los corales el ecosistema marino más vulnerable y con menor capacidad de adaptación.

En cuanto a la exposición y vulnerabilidad, el IPCC concluye que la población y bienes expuestos a riesgos en la costa, así como las presiones ejercidas por el hombre sobre los ecosistemas costeros, se incrementarán de forma significativa en las próximas décadas debido al aumento de población, el desarrollo económico y la urbanización (*confianza alta*).

Se espera que la presión del hombre se vea incrementada sobre los ecosistemas costeros debido a una aportación excesiva de nutrientes, cambios en la escorrentía o una reducción de la aportación de sedimentos a la costa (*confianza alta*).

El Informe evalúa también el conocimiento actual sobre el papel que juega y jugará la adaptación en las zonas costeras.

En el siglo XXI, los beneficios de protegerse frente al incremento de las inundaciones costeras y la pérdida de territorio debido a la inundación progresiva y la erosión son, a escala global, mayores que los costes sociales y económicos de la adaptación (*acuerdo alto, evidencia limitada*).

Sin adaptación cientos de millones de personas, en todo el mundo, son susceptibles de verse afectados por inundaciones costeras o desplazados por pérdida de territorio en 2100 (*confianza alta*).

Para cualquier escenario socioeconómico o de aumento de nivel del mar analizado, incluyendo un aumento de nivel del mar global superior a 1 m, la protección frente a la inundación y erosión se considera económicamente racional para la mayor parte de las líneas de costa más desarrolladas en muchos de los países del mundo. (*acuerdo alto, evidencia baja*)

Los costes económicos de la adaptación en el siglo XXI varían considerablemente entre regiones y países (*confianza alta*).

El análisis e implementación de la adaptación en zonas costeras, centrándose en la búsqueda de una costa más resiliente y sostenible, ha progresado más significativamente en países desarrollados que en países en desarrollo (*confianza alta*).

Aunque existe un gran número de opciones de adaptación, las respuestas más proactivas pueden concretarse con base en aspectos tecnológicos y el apoyo de políticas, de instrumentos financieros e institucionales. Entre las adaptaciones observadas con éxito se encuentran (p.ej. Estuario del Támesis, Laguna de Venecia, Obras del Delta en Holanda) y prácticas específicas implementadas, tanto en países desarrollados (p.ej. Holanda, Australia) como en desarrollo (p.ej. Bangladesh).

Muchos otros países y comunidades han introducido medidas de adaptación costera basadas en gestión integrada de zonas costeras, comunidades locales, ecosistemas, reducción de desastres. Dichas medidas han sido integradas en las estrategias relevantes y planes de gestión (*confianza alta*).



Además del capítulo relativo a las costas, existen otros capítulos en los tres Grupos de Trabajo, cuyas conclusiones pueden ser relevantes para enmarcar más adecuadamente la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Costa Española. Sin embargo, su falta de regionalización con el nivel de resolución necesario no la hace directamente aplicable a la costa Española. No obstante, a continuación se recogen otros capítulos del AR5 que ofrecen información que puede ser relevante:

- Sobre las tendencias y variabilidad del oleaje, la marea meteorológica y niveles extremos:

Rhein, M. et al., 2013: Observations: Ocean. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 255–316, doi:10.1017/CBO9781107415324.010.

- Sobre nivel del mar:

Church, J.A. et al., 2013: Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1137–1216, doi: 10.1017/CBO9781107415324.026.

- Sobre la adaptación al cambio climático:

Klein, R.J.T. et al., 2014: Adaptation opportunities, constraints, and limits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 899-943.

Mimura, N. et al., 2014: Adaptation planning and implementation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 869-898.

Noble, I.R. et al., 2014: Adaptation needs and options. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.

- Información regional para Europa y España:

IPCC, 2013: Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections [van Oldenborgh et al. (eds.)]. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1311–1394, doi:10.1017/CBO9781107415324.029.

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.





## **4. EL PROYECTO CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA (C3E): UN DIAGNÓSTICO PARA TODA LA COSTA ESPAÑOLA**

### **4.1. Introducción**

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, consciente de la importancia de realizar un diagnóstico de ámbito estatal sobre los posibles impactos del cambio climático en la costa española financió el proyecto Cambio Climático en la Costa Española (C3E) que fue coordinado por la Oficina Española de Cambio Climático y ejecutado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria en el marco de la Acción Estratégica de Energía y Cambio Climático, Plan Nacional, Expediente 200800050084091.

Entre los objetivos de dicho proyecto se incluía la necesidad de: (1) aportar una visión de los principales cambios acontecidos en las costas españolas en décadas recientes, (2) proporcionar una cuantificación de los cambios futuros apoyada en diversos escenarios de cambio, (3) inferir los posibles impactos en horizontes de gestión de varias décadas, (4) proporcionar una visión de la vulnerabilidad actual de las costas ante los mismos y (5) establecer métodos, datos y herramientas para sucesivos pasos y análisis a escalas de mayor resolución espacial con el fin de establecer líneas de actuación encaminadas a la gestión responsable y la disminución de los riesgos, en aras de un desarrollo más sostenible y seguro del litoral español.

A continuación se presenta un resumen extenso de algunos de los resultados más importantes que han sido obtenidos con las metodologías, herramientas y bases de datos generadas en el marco de dicho proyecto. Dicho resumen está basado en Losada et al. (2014). Existe además un visor cartográfico de toda la costa española que permite observar los impactos del cambio climático y que es accesible a través del siguiente enlace: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>

En este diagnóstico se incluyen además referencias a varios otros proyectos y trabajos relevantes para el análisis del cambio climático en la costa española realizado por otras instituciones, sin perjuicio de que se desarrollen con mayor extensión en el siguiente apartado.



Los sistemas costeros en España son especialmente sensibles a los efectos de la subida del nivel del mar, así como a otros factores de cambio relacionados con el clima, tales como el aumento de la temperatura superficial del agua, la acidificación, los cambios en las tormentas o los cambios en el oleaje.

- El aumento del nivel del mar no es igual a lo largo de todas las costas del mundo. En España se han llevado a cabo varios estudios sobre el aumento en el nivel del mar en la costa española, obteniéndose tasas de aumento entre 2 a 3 mm/año durante el último siglo con importantes variaciones en la cuenca Mediterránea por efectos regionales.
- El aumento del nivel medio del mar en la zona Atlántico-Cantábrica sigue la tendencia media global observada entre 1,5 y 1,9 mm/año entre 1900 y 2010 y de entre 2,8 mm/año y 3,6 mm/año entre 1993 y 2010. Sin embargo, existe una mayor incertidumbre en cuanto al nivel medio del mar en el Mediterráneo por efectos regionales.
- El oleaje es una de las principales dinámicas susceptibles de cambio que afectan a nuestra costa. En las últimas 6 décadas se han observado importantes cambios tanto en intensidad como en dirección. En el Cantábrico se ha observado un aumento significativo de hasta 0,8 cm/año en el oleaje más intenso (percentil 95 de altura de ola significativa) y disminución en el Mediterráneo y Canarias. Asimismo, se han producido cambios significativos en la dirección del flujo medio de energía medio anual en la Costa Brava y sur del Delta del Ebro.
- Al igual que pasa en el resto del mundo, en España los impactos observados atribuibles al cambio climático son aquellos que corresponden a cambios en la temperatura del océano o a la acidificación. Con la información existente, los impactos observados relativos a inundación o erosión en zonas costeras no son atribuibles a cambio climático pues están altamente afectados por la acción del hombre.

## 4.2. Factores de cambio relacionados con el clima

### 4.2.1. Nivel del Mar

Nivel medio del mar regional

En los mares que bañan la costa española el nivel medio del mar, analizado en los últimos 60 años con la reconstrucción de observaciones, muestra una tendencia ascendente generalizada, con valores que oscilan espacialmente entre los 1,5 mm/año del Mar Mediterráneo, los 2 mm/año en el Mar Cantábrico y 2,5 mm/año de las inmediaciones de las Islas Canarias. La Figura 10 muestra un mapa (resolución espacial 0,25°) con los cambios de nivel del mar obtenidos a partir de datos satelitales de las misiones TOPEX/Poseidon, Jason-1 y Jason-2. Estas tendencias se han obtenido a partir de 19 años (1993-2012) de datos, con lo que pueden estar afectadas por variaciones decadales regionales. Además, las tendencias mostradas son el resultado de muchos factores con variaciones a distintas escalas de tiempo como el movimientos de la corteza terrestre, el ajuste isostático glaciar, los vientos marinos locales o la variación de la densidad del agua de mar (entre otros). Por

ello, una interpretación de las tendencias locales requiere tener en consideración estos efectos. Las series temporales mensuales proceden de los mareógrafos de Santander, Vigo, Málaga y Arrecife (Lanzarote) del Instituto Español de Oceanografía (IEO). La serie mensual global que se muestra junto con los mareógrafos (línea roja) se ha estimado a partir de datos procedentes de mareógrafos en todo el mundo (Church y White, 2011).

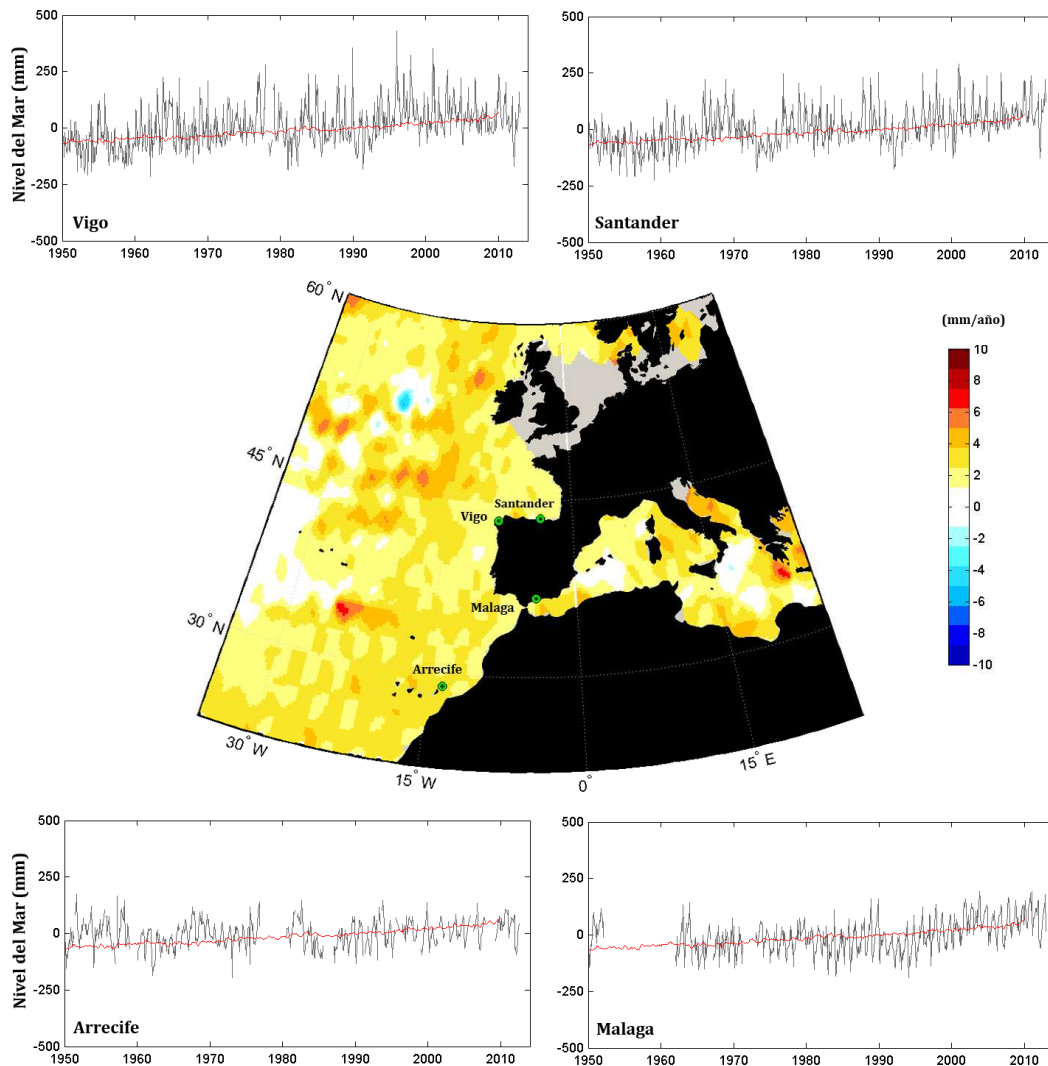


Figura 10. Mapa con los cambios estimados del nivel del mar durante el periodo 1993-2012 a partir de datos de altimetría de satélite. También se muestran los cambios relativos de nivel del mar medidos in-situ en diferentes estaciones de la costa española para el periodo 1950-2013 (línea gris) y para comparación con los registros locales se muestra el cambio global del nivel medio del mar (línea roja). Fuente: IH Cantabria.



En España se han llevado a cabo más estudios para estimar la subida del nivel del mar en su entorno. El análisis hecho por Marcos et al. (2005) a los mareógrafos corregidos de Santander, Coruña y Vigo indica que durante la segunda parte del siglo XX el nivel del mar ha estado creciendo a razón de 2,12, 2,51 y 2,91 mm/año respectivamente en cada lugar. Posteriormente, el estudio fue completado y ampliado para incluir el Mediterráneo (Marcos et al. 2009). Los resultados muestran tendencias que varían entre los -0,5 y 3 mm/año, con mayores valores en el Atlántico (1,84 mm/año en Santander y 2,64 mm/año en Vigo) y niveles más bajos o negativos en el Mediterráneo (-0,61 mm/año en Alicante y 0,48 mm/año en Ceuta).

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) también estudió las tendencias del nivel del mar en el Mar Mediterráneo, dentro del estudio Cambio Climático en el Mediterráneo Español (2010). El informe concluye que desde mediados del siglo XX y hasta principios de los años 90 el nivel del mar parece haber estado dominado o, al menos, fuertemente influenciado por el forzamiento atmosférico, básicamente la acción de la presión atmosférica y del viento. Estos agentes produjeron sobre dicho periodo un descenso del nivel del mar, contrario a la tendencia general observada a nivel global para el resto del planeta. A partir de principios de los 90 parece registrarse un fuerte ascenso del nivel del mar, causado por el descenso de la presión atmosférica y el aumento de las temperaturas, con tasas de entre 2,5 mm/año y 10 mm/año. Los datos sugieren que, además del calentamiento de las aguas, otros factores como el aumento de la cantidad de la masa de agua pudieron ser responsables de esta aceleración del ritmo de ascenso del nivel del mar. Pero aún dentro de un periodo de tiempo relativamente breve, como el transcurrido desde principios de los 90 hasta el 2007, pueden apreciarse fluctuaciones importantes. Así, tras una serie de años muy cálidos que conllevaron una gran absorción de calor por las capas superficiales del mar y alcanzaron un pronunciado máximo en 1998, se observa un descenso de las temperaturas y el calor absorbido desde esta fecha y hasta 2005, o al menos se interrumpe la tendencia positiva. Finalmente, se recoge la información disponible de los mareógrafos de Puertos del Estado. Como puede observarse, las tendencias cambian considerablemente dependiendo de la longitud de la serie y de la localización geográfica. La Tabla 4 muestra un resumen de los estudios comentados.

Estudio	Observaciones de datos instrumentales
Marcos et al. 2005	Santander: +2,12 mm/año
	Coruña: +2,51 mm/año
	Vigo: +2,91 mm/año
Marcos et al. 2009	Atlántico: +1,84 mm/año en Santander +2,64 mm/año en Vigo
	Mediterráneo: -0,61 mm/año en Alicante +0,48 mm/año en Ceuta
	IEO

SERIE	TENDENCIA (CM/AÑO)	ERROR (CM/AÑO)	AÑO INICIAL	AÑO FINAL
Bilbao	0.259	+ -	0.070	1992 2013
Santander	0.159	+ -	0.073	1922 2013
Gijón	0.061	+ -	0.100	1996 2013
A Coruña	0.293	+ -	0.077	1992 2013
Vilagarcía	0.429	+ -	0.129	1997 2013
Vigo	0.205	+	0.087	1993 2013



SERIE	TENDENCIA (CM/AÑO)	ERROR (CM/AÑO)	AÑO INICIAL	AÑO FINAL
Huelva	0.333	+ -	1997	2013
Sevilla – Bonanza	0.497	+ -	1992	2013
Motril	0.129	+ -	2005	2013
Málaga	0.342	+ -	1992	2013
Valencia	0.550	+ -	1993	2013
Eivissa	0.448	+ -	2003	2013
Barcelona	0.631	+ -	1993	2013
Santa Cruz de Tenerife	0.568	+ -	1991	2013
Las Palmas	0.494	+ -	1992	2013
Puerto del Rosario (Fuerteventura)	0.432	+ -	2004	2013
La Estaca (El Hierro)	0.691	+ -	2004	2013

Tabla 4. Resumen de los estudios hechos sobre nivel del mar en España y sus principales conclusiones. Fuente: Varios

En cuanto a la información disponible de proyecciones regionalizadas, ésta es muy limitada.

A lo largo del siglo XXI el nivel del mar en las costas españolas seguirá subiendo. Las proyecciones de aumento del nivel medio del mar global para los escenarios SRES han sido regionalizadas para las costas del mundo por distintos autores. Slangen et al. (2012) obtuvo las proyecciones de subida del nivel del mar regionalizadas para los escenarios A1B, B1 y A2 mediante la agregación de los resultados de distintos modelos, considerando la contribución de los glaciares, las placas de hielo, la componente estérica del nivel del mar y el reajuste por isostasia glaciar. En cuanto al Mar Mediterráneo, cuya complejidad requiere de un estudio más detallado, Tsimplis et al. (2008) estimaron el aumento del nivel del mar en el siglo XXI para el escenario A2 utilizando un modelo acoplado atmósfera-océano. Los mayores aumentos se localizaron en el Mediterráneo occidental, llegando a ser de hasta 25 cm frente a las costas españolas debido a la componente estérica y de hasta 6 cm más debido a variaciones en la circulación oceánica.

En cuanto a los nuevos escenarios RCP los trabajos hechos hasta el momento de regionalización del aumento del nivel medio del mar son pocos. Las proyecciones de nivel del mar global para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 han sido regionalizadas para las cuencas de todo el mundo por Slangen et al. (2014), considerando un escenario moderado (RCP4.5) y un escenario representativo de altas emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8.5). La regionalización se ha hecho combinando los procesos de cambios en la circulación oceánica y aumento de absorción de calor y presión atmosférica incluidos en los modelos climáticos de la fase 5 del proyecto WRCP Coupled Model Intercomparison Project, CMIP5 (Taylor et al. 2012) con los resultados de modelos y observaciones regionales de contribución de hielo, disminución de aguas subterráneas y reajuste por isostasia glaciar, incluyendo efectos gravitacionales debidos a la redistribución de masa. La Figura 11

muestra el aumento del nivel medio del mar para los dos escenarios considerados, en el período 2081-2100, en las costas españolas, a partir de los datos de Slangen et al. (2014). En ambos casos se observa un mayor aumento del nivel del mar en las costas de Canarias, especialmente en las islas más occidentales. En cuanto a la península y Baleares también se puede observar la variación espacial, con mayores aumentos en las costas de Galicia y la costas este del archipiélago Balear.

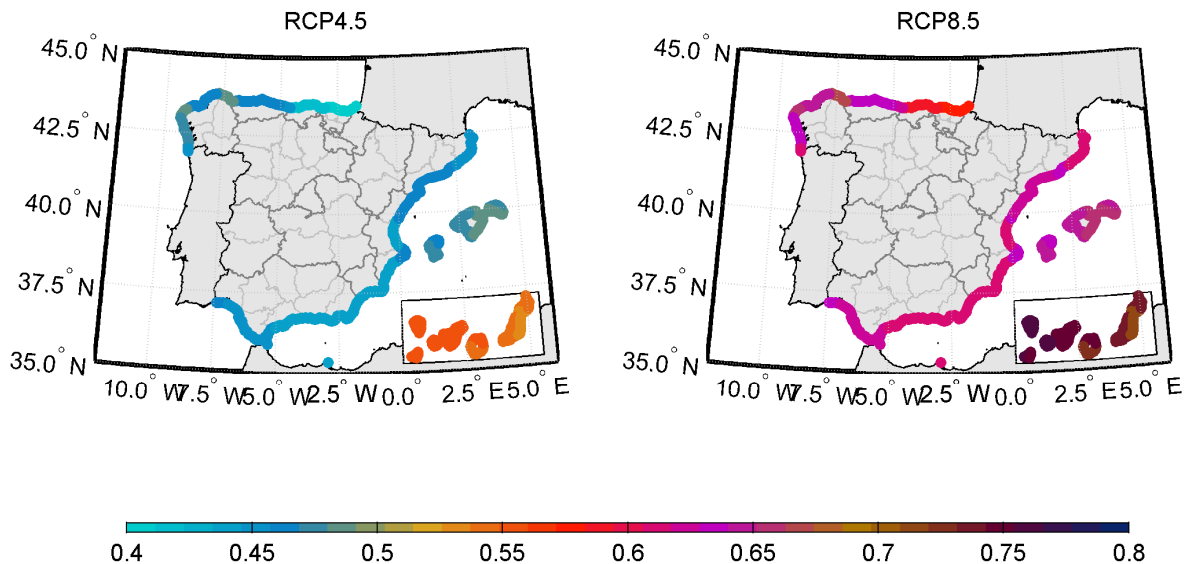


Figura 11. Proyecciones regionalizadas de aumento del nivel del mar (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas. Fuente: adaptado de Slangen et al. (2014).

### Nivel medio del mar local

Para obtener la subida del nivel del mar local en las costas españolas, a este valor regionalizado habrá que añadir los movimientos verticales de la corteza terrestre no considerados, que en este caso son los debidos a la subsidencia.

La subsidencia natural debida al aporte de sedimentos en las desembocaduras de ríos es especialmente notable en el Delta del Ebro y la desembocadura del Guadalquivir. En cuanto a valores de subsidencia en estos lugares, desgraciadamente, no existen medidas fiables para las condiciones actuales. A pesar de que el Delta del Ebro ha sido objeto de numerosos estudios los valores dados de subsidencia difieren en gran medida unos de otros, al haber sido medidos con distintos métodos y aproximaciones, de manera puntual, o como promedio espacial. Los valores estimados de la subsidencia en el Delta del Ebro están en el rango de los 2 a los 6 mm/año, siendo 3 mm/año el valor más usado y que caracteriza la subsidencia media (Ibáñez et al. 1997, Jiménez et al. 1997). Por otro lado, acciones antropogénicas como la extracción de recursos del subsuelo (agua, gas o petróleo) o la urbanización masiva aceleran la tasa de subsidencia, aunque no es este el caso del Delta del Ebro o la desembocadura del Guadalquivir.

Teniendo en cuenta estos valores de subsidencia y la regionalización de la proyecciones de aumento del nivel del mar relativo proporcionadas por Slangen et al. (2014), en la Figura 12 se muestran los valores de la subida del nivel medio del mar local (m) en toda la costa española para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5. Como se puede ver, las zonas que experimentan subsidencia natural como la desembocadura del río Guadalquivir, junto

a la subsidencia inducida de forma antropogénica, sufrirán un mayor aumento de la subida del nivel del mar. Esta amenaza, unida a la vulnerabilidad de estas zonas bajas las convierte en puntos de especial riesgo.

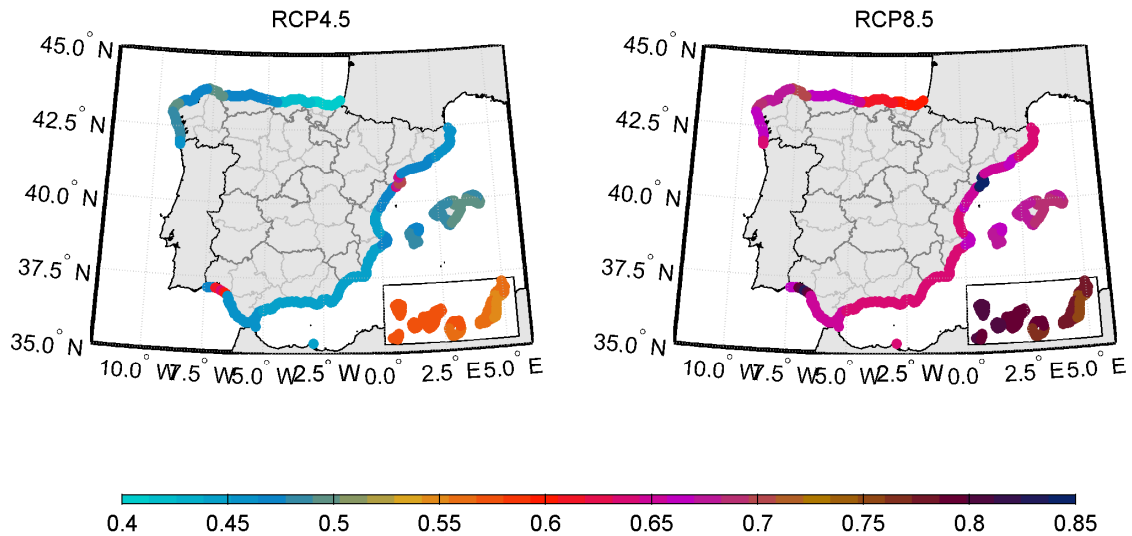


Figura 12. Proyecciones del aumento del nivel medio del mar local (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas incluyendo la subsidencia natural del Delta del Ebro y la desembocadura del Guadalquivir. Fuente: IH Cantabria.

### Extremos de nivel del mar

Como ya se ha dicho previamente la marea astronómica juega un papel importante en los niveles extremos del mar. Sin embargo, debido a su carácter determinista y, por lo tanto, predecible, se va a considerar que el principal causante de los valores extremos de nivel del mar es la marea meteorológica, ligada al paso de tormentas y condiciones atmosféricas inestables. Por esta razón, a continuación centraremos el estudio de la marea meteorológica en las costas españolas como indicador de los extremos de nivel del mar.

La marea meteorológica que ocurre por término medio una vez cada 50 años (cuantil asociado a un período de retorno de 50 años) varía en la costa española desde cerca de 0,5 m en el norte hasta aproximadamente 20 cm en las islas Canarias, con valores entre 30 y 50 cm en la vertiente Mediterránea (Figura 13, izquierda). A lo largo de los últimos 60 años se han observado cambios significativos principalmente en el Mar Mediterráneo y parte del Cantábrico. Los cambios muestran una ligera disminución para los valores de mayor magnitud, con una tasa de cambio en el entorno de los -0,05 cm/año (Figura 13, derecha).

El estudio de la contribución de la marea meteorológica a la subida del nivel del mar en Santander, Coruña y Vigo mostró tendencias negativas de -0,44, -0,27 y -0,21 mm/año respectivamente (Marcos et al. 2005), indicando que, en esta región, los forzamientos meteorológicos actúan ralentizando ligeramente la subida de nivel del mar. Estudios posteriores reafirman este hecho también en el Mediterráneo, donde los resultados mostraron que en el período 1958-2001 el efecto de los forzamientos atmosféricos había sido de disminución del nivel del mar a una tasa de -0,6 mm/año, principalmente debido al incremento de la presión atmosférica en la región (Gomis et al. 2008, Marcos et al. 2009).

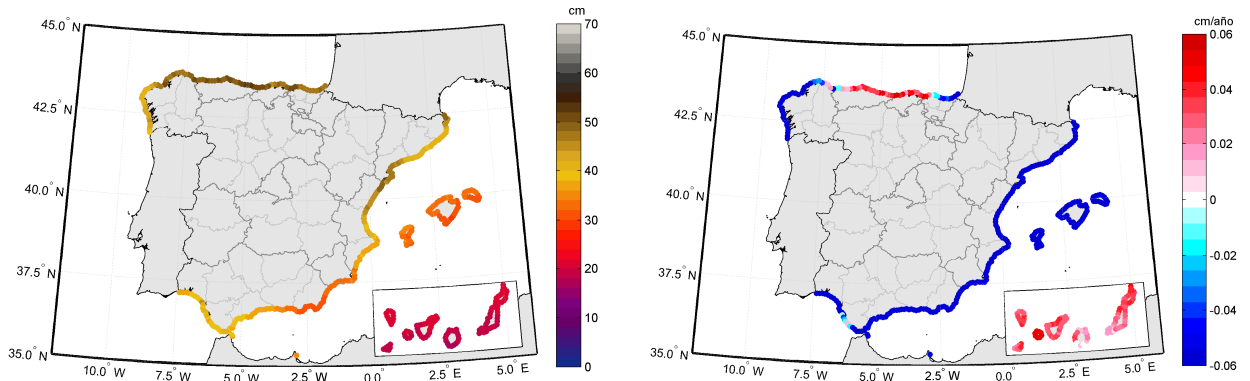


Figura 13. Marea meteorológica asociada a 50 años de período de retorno (izquierda) y tasa de cambio observada en los últimos 60 años en la marea meteorológica (derecha). Fuente: IH Cantabria.

Las proyecciones de marea meteorológica hechas para el litoral peninsular y balear español para el siglo XXI están basadas en los escenarios SRES del IPCC (Marcos et al. 2011). En el sur de Europa los resultados muestran una disminución del 50 % en el número de eventos extremos de marea meteorológica y hasta 8 cm en el cuantil asociado a 50 años de período de retorno (Figura 14, Marcos et al. 2011).

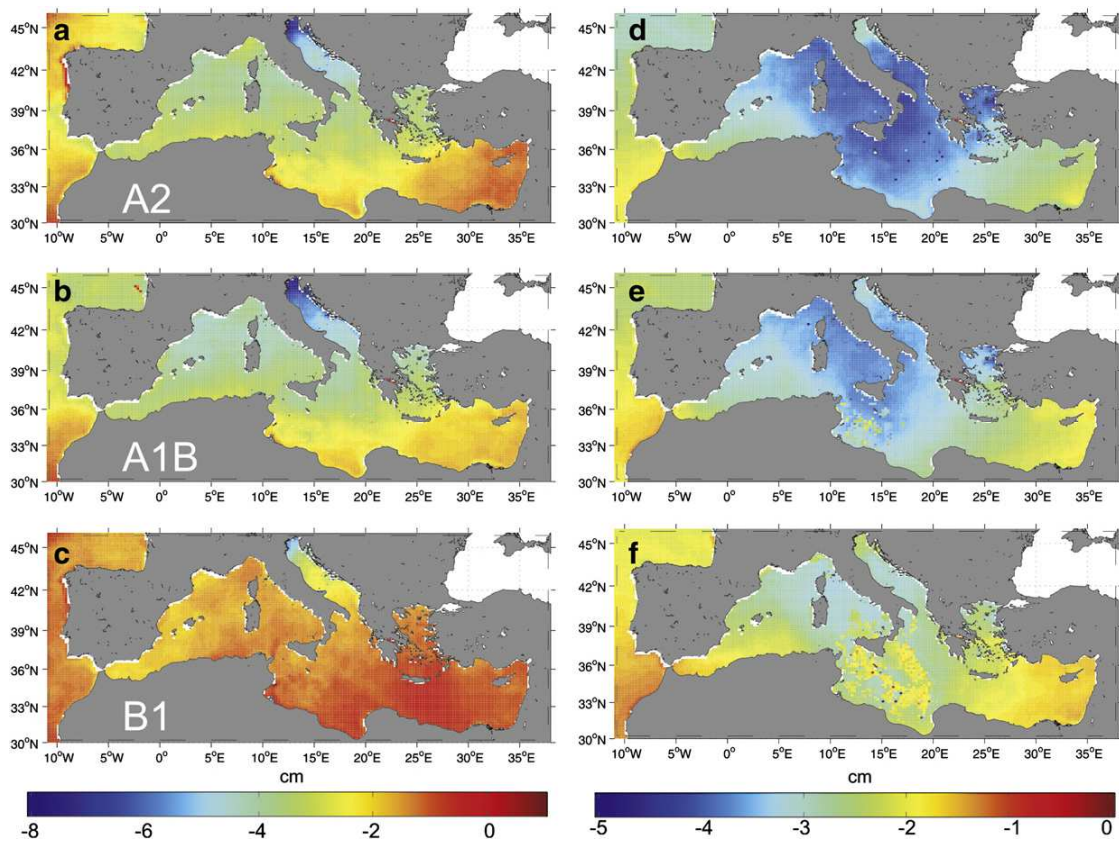


Figura 14. Cambios (cm) en el cuantil de marea meteorológica de 50 años de período de retorno en el período 2090-2099 para los escenarios A2, A1B y B1 con respecto al período 1990-1999 para sobreelevaciones positivas (a,b,c) y negativas (d,e,f). Fuente: Marcos et al. 2011.





Analizando los cambios en las estaciones se prevé una disminución del nivel del mar a lo largo del siglo XXI que será especialmente fuerte en invierno, con tendencias de hasta  $-0,8 \pm 0,1$  mm/año en el Mediterráneo central bajo el escenario A2. Las tendencias de verano son menores pero positivas ( $\sim 0,05 \pm 0,04$  mm/año), lo que da lugar a una mayor diferencia invierno-verano. Además, también se estiman cambios en la variabilidad interanual siendo el más importante un aumento del 40 % en su desviación estándar (Jordá et al. 2012a). La Tabla 5 recoge un resumen de los resultados de los estudios comentados.

ESTUDIOS	OBSERVACIONES		PROYECCIONES
	DATOS INSTRUMENTALES	DATOS NUMÉRICOS	
Marcos et al. 2005	Santander: $-0,44$ mm/año Coruña: $-0,27$ mm/año Vigo: $-0,21$ mm/año		
Gomis et al. 2008		Tendencia media: $-0,6$ mm/año Tendencia invierno: $-1,3$ mm/año	
Marcos et al. 2009		MM <sub>50%</sub> : de $-0,2$ a $-0,6$ mm/año MM <sub>99%</sub> : de $-1$ a $-2,5$ mm/año significativas en la cuenca oeste del Mediterráneo	
Marcos et al. 2011			disminución de la frecuencia de eventos extremos: 50% menos disminución de la intensidad: $-8$ cm en MM <sub>50</sub>
Jordá et al. 2012a			Mediterráneo: $-0,8 \pm 0,1$ mm/año inviernos, escenario A2. $\sim 0,5 \pm 0,04$ mm/año veranos, escenario A2.

Tabla 5. Cuadro resumen de los estudios hechos sobre extremos de nivel del mar en España y sus principales conclusiones. Fuente: IH Cantabria.

El estudio global de extremos de nivel del mar realizado por Menéndez y Woodworth (2010) en mareógrafos de todo el mundo concluye que los principales cambios ocurridos en el último siglo en los extremos de nivel del mar son debidos a los cambios en el nivel medio. En la costa atlántica europea se observan aumentos significativos en los niveles extremos del mar cuando se consideran la marea astronómica y meteorológica. Sin embargo, al hacer el estudio únicamente para la marea meteorológica no se observan cambios significativos, lo que indica que los cambios en los niveles extremos se pueden atribuir a la variabilidad climática natural junto con la subida del nivel medio del mar.

#### 4.2.2. Oleaje y viento

El oleaje es la respuesta de la superficie del mar a las variaciones en las condiciones atmosféricas. Cuando se produce una tormenta y soplan fuertes vientos, éstos transmiten energía al mar generando oleaje. En la zona de generación el oleaje es desordenado y caótico, transmitiendo energía en muchas direcciones y períodos, lo que se denomina oleaje de viento o tipo *sea*. Al alejarse de esa zona, mediante procesos de dispersión radial y frecuencial el oleaje se va ordenando en torno a ciertas direcciones y concentrando su energía en períodos más altos, de manera que al llegar a la costa lo hace de forma limpia y ordenada, es el denominado mar de fondo o tipo *swell*. Además, hay que tener en cuenta que el oleaje en costa no tiene por qué responder al mismo patrón o comportamiento que en aguas profundas. La franja costera absorbe la mayor parte de la energía transportada por el oleaje que es finalmente disipada fundamentalmente por rotura.

Al ser el oleaje un proceso bastante complejo de estudiar, generalmente se utilizan parámetros agregados que lo caractericen, como la altura de ola, el período o la dirección. El análisis estadístico de estos parámetros permite conocer el clima marítimo de una zona, que son las condiciones de largo plazo de la dirección, frecuencia, energía y eventos extremos de las olas.

### Características del oleaje en España

A lo largo de la costa española el oleaje sufre una clara variación espacial (Izaguirre et al. 2010, Camus et al. 2013). El Mar Cantábrico presenta el clima marítimo más severo, con oleajes dominantes del noroeste, con altura de ola media en torno a 2-2,5 m y período de pico medio de 10 segundos (Figura 15). Muchos de estos oleajes generados al sur de Groenlandia por las borrascas noratlánticas llegan también, pero más atenuados, a las costas norte de las Islas Canarias y al Golfo de Cádiz, afectados en este último caso por el efecto del Cabo San Vicente, siendo la altura de ola media de 1-1,5 m y el período de pico de 7-8 segundos. En el Mediterráneo el clima marítimo es más suave, caracterizándose por alturas de ola más pequeñas (altura de ola media en torno a 1-1,5 m) y períodos más cortos (5-6 segundos).

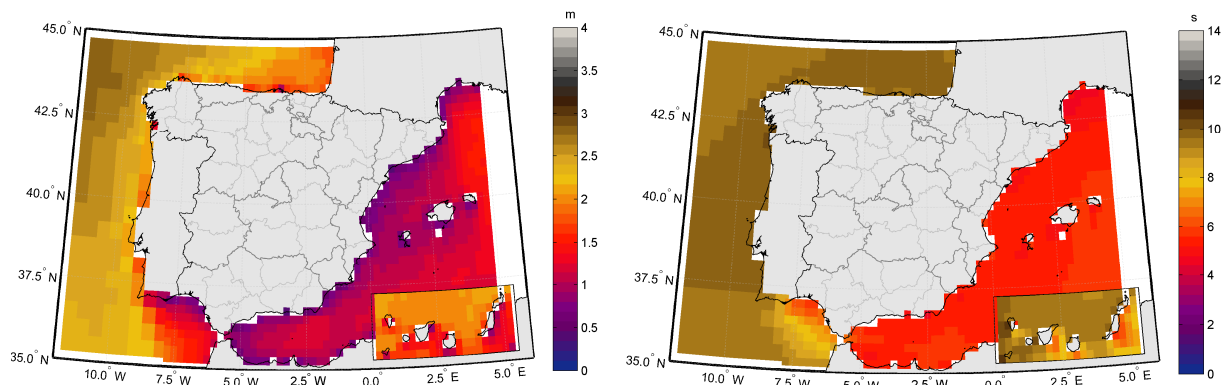


Figura 15. Altura de ola media anual en profundidades indefinidas en el entorno español (izquierda) y período de pico medio en profundidades indefinidas en el entorno español (derecha). Fuente: IH Cantabria.

Además de la variabilidad espacial, la latitud a la que nos encontramos hace que haya una marcada variación estacional. Así, durante el invierno los oleajes son más severos, registrándose temporales de 9 m de altura de ola para períodos de retorno de 50 años en el Cantábrico y hasta 6 m en el Golfo de León (Izaguirre et al. 2010), Figura 16. Sin embargo, durante el verano el clima marítimo en el Cantábrico es mucho más suave (con altura de ola media en torno a 1 m), siendo característicos los oleajes de corto período generados por los vientos del nordeste. También es destacable, en el levante español, el fenómeno de la gota fría que ocurre en los meses de septiembre-octubre y que da lugar a fuertes eventos de oleaje.

Por otro lado, también es conocida la variación del oleaje de unos años a otros. Estas variaciones interanuales que hacen que unos años el clima marítimo sea más severo o más suave que otros están relacionadas con patrones atmosféricos y oceánicos de baja frecuencia que condicionan el clima en Europa. La Oscilación del Atlántico Norte (NAO de sus siglas en inglés, Barnston y Livezey 1987) es el fenómeno climático que afecta principalmente al clima de nuestra región. Este fenómeno se caracteriza por una anomalía de presión entre el sistema de bajas presiones en Islandia y de altas en las Azores respecto a su situación normal. Cuando la diferencia entre estos centros de presiones es mayor de lo normal (fase positiva de la NAO) las trayectorias de las borrascas sufren un desplazamiento hacia el norte, dando lugar a condiciones más frías y húmedas en el norte de Europa y más cálidas y secas en el sur (zona de la Península Ibérica). Por el contrario, cuando la anomalía es negativa las borrascas sufren un desplazamiento de su trayectoria hacia el sur dando lugar a

condiciones más frías y lluviosas en el sur de Europa. El cambio en las trayectorias de las borrascas tiene repercusión en el oleaje, produciéndose mayores olas en el Cantábrico en los años de fase positiva de la NAO (Izaguirre et al. 2010, Izaguirre et al. 2011). Existen otros patrones climáticos conocidos como el patrón del Atlántico Este, el patrón del Atlántico Este/Oeste de Rusia (Barnston y Livezey 1987) o la Oscilación del Mediterráneo Occidental (Martin-Vide y López-Bustins, 2006) cuyas fases negativas potencian los oleajes más severos sobre el Mediterráneo español (Izaguirre et al. 2010).

Hasta ahora hemos hecho una descripción general del oleaje en aguas abiertas, pero como ya se ha mencionado, cuando el oleaje llega a la costa sus características pueden ser muy diferentes. A medida que el oleaje se acerca a la costa y la profundidad va disminuyendo, éste sufre una serie de procesos físicos que transforman su energía. Las irregularidades batimétricas y disminución del fondo producen refracción en los frentes de onda y por lo tanto su giro y disminución o incremento de energía. Los cabos, diques y otros accidentes geográficos producen difracción/refracción, y por lo tanto cesión lateral de energía y giro de los frentes. Cuando la llegada a costa es inminente y la reducción en la profundidad marcada se produce el asomeramiento, y por lo tanto el peralte de las olas, y por último, la rotura, que es el mayor mecanismo de disipación de energía.

En costa el oleaje conserva el patrón de variabilidad espacial y temporal, pero el clima marítimo es más suave. En el Cantábrico, el valor de la altura de ola media anual está en torno a 1-1,5 m mientras que en el Mediterráneo apenas llega a 1 en algunos sitios. La variación espacial de las mayores olas en la costa refleja las zonas protegidas de los mayores temporales, como por ejemplo Gijón al abrigo del cabo Torres o en el norte o Almería, abrigada por su bahía y el Cabo de Gata.

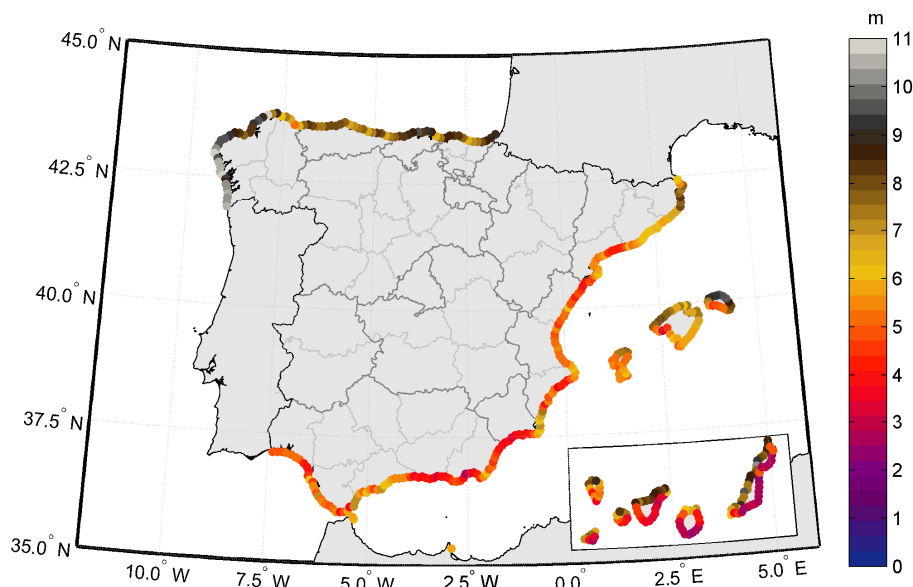


Figura 16. Altura de ola asociada a 50 años de período de retorno en la costa española. Fuente: IH Cantabria.

### Aguas profundas

Basándose en el análisis de datos de boyas, satélite y reanálisis numéricos, en los últimos 60 años se han observado aumentos significativos en la región norte peninsular (vertiente cantábrica y costa gallega) de 0,2

cm/año y reducciones en Canarias (del orden de  $-0,1$  cm/año), todavía más leves en la costa Mediterránea. Son especialmente notables los cambios más intensos y significativos detectados durante la época de invierno, entorno a  $1,4$  cm/año, y suaves en verano, lo cual supone un aumento en el rango de variación estacional mantenido en las últimas seis décadas (mayor variación invierno-verano).

Los cambios detectados en el oleaje más intenso y energético (percentil 95 de altura significativa,  $H_{s95}$ ), muestran un incremento significativo (nivel de significancia mayor del 95 %) en el Cantábrico de hasta  $0,8$  cm/año y un descenso significativo de aproximadamente  $-0,4$  cm/año en la costa sureste de las islas de Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife. Estos patrones espaciales son similares a las condiciones medias para las alturas de ola, pero de aproximadamente el doble en magnitud. Comparado con los cambios en las condiciones medias, estos resultados indicarían un mayor rango de variación entre las condiciones altas y medias de alturas de ola en la costa Mediterránea y un aumento en el Cantábrico y descenso en Canarias en toda la distribución de rangos de altura de ola de forma sostenida.

Con respecto a los periodos del oleaje, factor importante para el rebase sobre playas y estructuras, entre otras variables, el periodo de pico muestra una tendencia creciente en todo el Atlántico especialmente en la zona sur de las islas Canarias, donde se han estimado aumentos tendenciales de medio segundo para el año 2030. Esto, junto a un aumento de las alturas de ola, reflejaría un mar más energético a lo largo de las últimas seis décadas. Respecto a posibles cambios en la dirección dominante del oleaje, los cambios históricos indican cambios significativos sólo en la Costa Brava de Cataluña y el sur del Delta del Ebro, con un ligero giro en sentido anti-horario en la dirección del flujo medio de energía a escala anual de alrededor de  $0,2^\circ$ /año, que indica oleajes procedentes más del oeste que del norte. Este cambio principalmente sería un reflejo del cambio en las zonas de generación en el Mediterráneo de las borrascas dominantes sobre el oleaje en el litoral norte peninsular.

La energía del oleaje y la potencia eólica son variables relacionadas, con un comportamiento relativamente parecido, ya que ambas variables están controladas por los patrones de circulación atmosférica en el Atlántico norte (Figura 17). Las observaciones de los últimos 60 años muestran un aumento fuerte de la potencia del viento en el Cantábrico (por encima de  $0,6$   $W/m^2/año$ ), y una disminución más suave en Canarias y el Mediterráneo (entre  $0,2$  y  $0,4$   $W/m^2/año$ ). Se ha observado también que en los meses de invierno se produce un aumento muy fuerte de la variabilidad en el Cantábrico y Baleares, que no se mantiene a lo largo del año, es decir, que en los meses de invierno la intensidad de los vientos es cada vez más dispar. Por el contrario, en las islas Canarias, los vientos tienen intensidad más constante en los meses de verano.

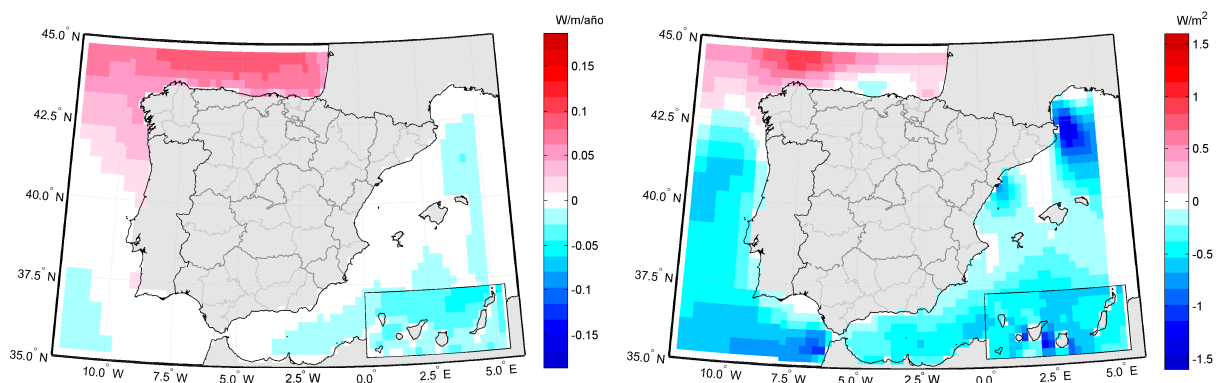


Figura 17. Tasa de cambios observados en el flujo medio de energía del oleaje (izquierda) y la potencia eólica (derecha) en los últimos 60 años. Fuente: IH Cantabria.

Con respecto a las olas más grandes, la altura de ola asociada a 50 años de periodo de retorno aumenta en ciertas zonas del Atlántico Norte, en hasta 4 cm/año al oeste de la península, pero no presenta un patrón claro de cambio. De mantenerse en el horizonte cercano, esto supondría aumentos superiores a 20 cm para 2030 en el oleaje de los temporales en el Cantábrico y por encima de 70 cm en la costa atlántica de Galicia y del Golfo de Cádiz.

#### Aguas costeras

Una vez que el oleaje llega a la costa es necesario conocerlo y caracterizarlo, puesto que esa información será crucial para el diseño de infraestructuras, la gestión adecuada de la costa, etc. La altura de ola significativa media anual es un indicador de cómo el clima marítimo evoluciona bajo condiciones medias, influenciando las actividades portuarias entre otras. La altura de ola significativa sólo excedida 12 horas al año,  $H_{s12}$ , está íntimamente relacionada con la profundidad de cierre del perfil de playa (Birkemeier, 1985) y, por lo tanto, con la erosión potencial, así como con el flujo medio de energía, que está relacionado con el transporte de sedimentos y la forma en planta de playas encajadas (González y Medina, 2001).

En la costa Cantábrica, donde se registran los mayores valores de  $H_{s12}$ , se ha observado un aumento de esta variable con valores en torno a los 1,4 cm/año en los últimos 60 años. Por el contrario, en el litoral Mediterráneo se ha observado una tendencia negativa en la  $H_{s12}$  con valores de hasta -0,6 cm/año en la costa de Castellón y hasta -0,4 cm/año en la Bahía de Almería, Figura 18.

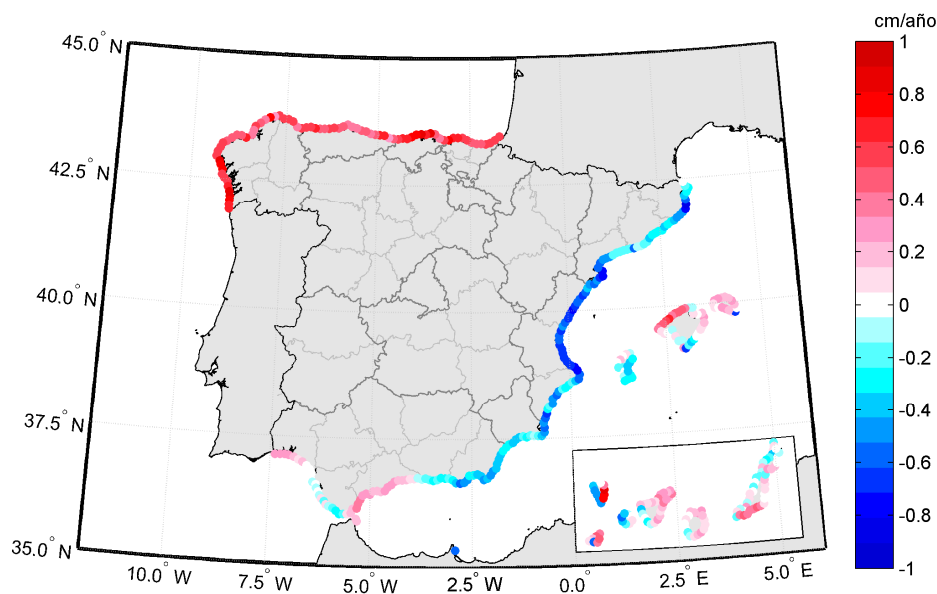


Figura 18. Tendencia de cambio observada en los últimos 60 años en la altura de ola sólo excedida 12 horas al año,  $H_{s12}$ . Fuente: IH Cantabria.

El flujo medio de energía y su dirección presentan una tendencia de cambio media anual mucho menos acusada que en profundidades indefinidas debido al efecto de los fenómenos de propagación. Solo se obtienen cambios positivos muy probables en el Cantábrico oriental (hasta 50 W/m/año) y fiables en el resto de esta cuenca, del mismo orden de magnitud. La dirección del flujo medio de energía, sin embargo, no presenta cambios fiables en ningún punto del litoral español.

Por último, el estudio de la tendencia de largo plazo en las mayores olas en la costa desvela que no se han producido cambios significativos en la mayor parte del litoral español. Tan solo se registra una ligera disminución en la costa de Coruña (-2,5 cm/año), la bahía de Algeciras y el sur del Delta del Ebro (-1,5 cm/año).

#### Proyecciones de oleaje

Si bien el nivel del mar ha sido más ampliamente estudiado, a día de hoy hay muy pocas estimaciones de cómo cambiarán las olas a lo largo del siglo XXI para los distintos escenarios de cambio climático. Las proyecciones globales de oleaje se encuentran en un número reducido de estudios hechos para los escenarios SRES (Wang y Swail 2006; Caires et al. 2006; Mori et al. 2010) y un estudio más reciente hecho con los nuevos escenarios RCP (Hemer et al. 2013). Hasta ahora, no existían proyecciones de clima marítimo de alta resolución para todo el litoral español, pero los resultados obtenidos en el proyecto C3E para los escenarios A2, A1B y B1 muestran una fuerte discordancia con las tasas de cambio observadas.

Las proyecciones de altura de ola media muestran una muy ligera disminución en prácticamente todo el litoral español, siendo este patrón más significativo en el Mediterráneo. Hasta el año 2040 el cambio en la altura de ola media para los tres escenarios es prácticamente nulo en la mayoría de las zonas. Es a partir de la segunda mitad del siglo XXI cuando empiezan a ser significativos los cambios en la altura de ola respecto al siglo XX. Sólo se detecta un aumento significativo de la altura de ola en la cara sureste de las Islas Canarias en todos los escenarios.

También se encuentran diferencias en el flujo medio de energía que, en el análisis histórico, presentaba patrones de variación con aumentos de hasta 0,1 kw/m en el Cantábrico y una disminución más suave en el resto del dominio. Sin embargo, las proyecciones indican disminución generalizada en la región, para todos los horizontes temporales y escenarios, siendo la significancia de este descenso mayor para los escenarios A1B,

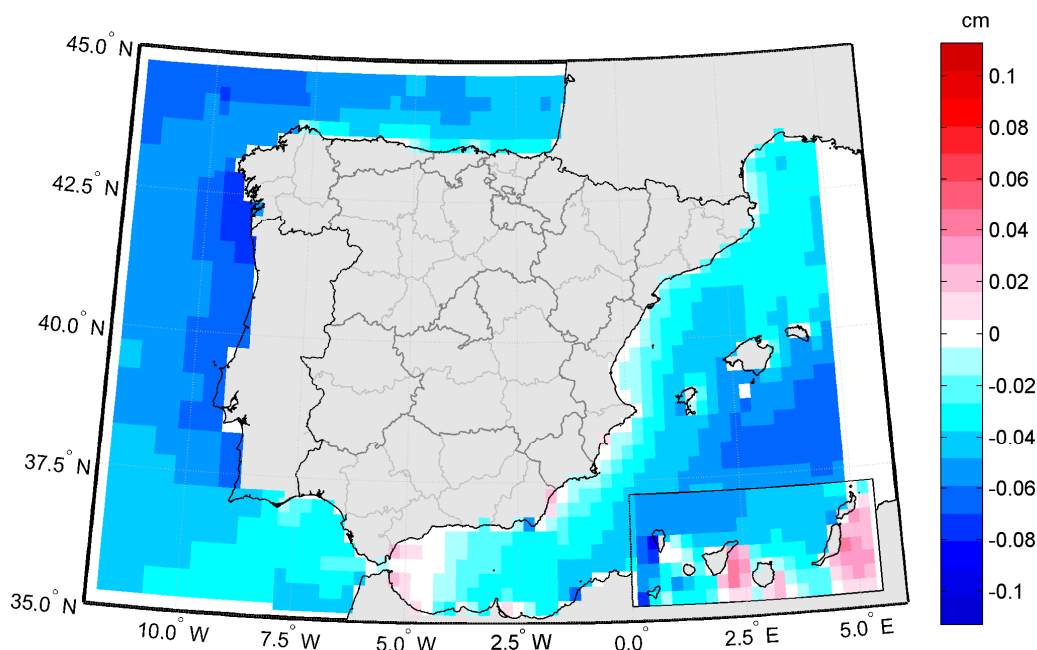


Figura 19 y A2 que para el B1.

Figura 19. Proyecciones de altura de ola media para el escenario A1B en el período 2070-2100.



Existe una similitud entre las tendencias de cambio observadas con las obtenidas por las proyecciones. Sin embargo, la magnitud de las proyecciones muestra variaciones mucho más suaves, de hasta un 70% menos de intensidad con respecto al análisis histórico. Esta discrepancia puede tener su origen en la forma de cálculo de las proyecciones, basadas en la agregación de una gran cantidad de ejecuciones de distintos modelos y entidades pertenecientes al IPCC. Hoy en día los métodos de cálculo están aún en desarrollo, y el debate sobre la necesidad de agregar distintas ejecuciones y modelos o, por el contrario, trabajar con unos pocos está abierto. Las nuevas proyecciones regionales (RCM) disponibles, facilitarán la reducción de incertidumbres cuando se ejecuten nuevas proyecciones de oleaje para España.

#### **4.2.3. Temperatura superficial del agua del mar**

Los cambios en la temperatura superficial del agua tendrán fuertes efectos sobre la vida marina y los ecosistemas costeros. La gran capacidad de absorción de calor de los océanos hace que, en general, éstos se calienten más despacio que la atmósfera pero, aun así, los posibles cambios a lo largo del siglo XXI serán sustanciales.

Durante los pasados 30 años, más del 70% de las aguas litorales sufrieron un calentamiento significativo con tasas de cambio muy heterogéneas, tanto espacial como estacionalmente (Lima y Wetthey, 2012). La tasa media de cambio fue de  $0,18 \pm 0,16^\circ \text{C}$  por década y el cambio medio en la escala estacional de  $-3,3 \pm 4,4$  días por década en los 75 m superiores del océano durante el período 1970-2009 (AR5, WGI, Capítulo 3). Estos valores son significativamente mayores que los registrados para los océanos donde la tasa de cambio es de  $0,1^\circ \text{C}$  por década en los primeros 75 m de agua durante el período 1970-2009 y el cambio estacional es de  $-2,3$  días por década (Lima y Wetthey, 2012).

Las aguas costeras del litoral de la Península Ibérica experimentaron un calentamiento anual nocturno, durante el período 1985-2005, con un gradiente norte-sur que iba de los  $0,12$  a los  $0,35^\circ \text{C}$  por década (Gómez et al., 2008). Es importante destacar que el calentamiento también difiere de unas estaciones a otras, habiéndose producido principalmente en las estaciones de primavera y verano, con valores de hasta  $0,5^\circ \text{C}$  por década.

#### **4.2.4. Acidificación de origen antropogénico**

Los océanos absorben alrededor del 25 % del dióxido de carbono emitido cada año por las actividades humanas. Esto da lugar a cambios en la composición química del agua del mar, incrementando la concentración de carbono inorgánico y la acidez del océano (mayor pH) al formarse ácido carbónico y disminuyendo la concentración de iones carbonato. Muchos organismos marinos utilizan los iones carbonato disueltos para construir sus caparzones o esqueletos. A medida que la concentración de iones carbonato vaya disminuyendo con el incremento del  $\text{CO}_2$  atmosférico la tasa de formación de carbonato cálcico en especies, como por ejemplo los corales, se reducirá.

Estos cambios en la composición de los océanos han sido detectados y conocidos como acidificación antropogénica de los océanos. La disminución del pH de la superficie de los océanos va de las  $-0,0010$  a las  $-0,0018$  unidades al año. En contraste con el océano abierto, donde los cambios en el carbono disuelto son generalmente moderados en escalas de tiempo menores a un año, las aguas costeras sufren mayores cambios debidos a las variaciones en la intensidad de las corrientes de afloramiento (Feely et al. 2008), la precipitación de nitrógeno atmosférico y sulfuros (Doney et al. 2007), el carbonato disuelto de las reservas de agua dulce (Salisbury et al. 2008), así como el aporte de nutrientes y materia orgánica (Borges 2011, Cai et al. 2011) que



controlan la producción primaria (contrarrestando la acidificación del océano) y la respiración (favoreciendo la acidificación).

La acidificación de los océanos puede tener serias consecuencias tanto ecológicas como económicas. La mayoría de los trabajos se han centrado en la investigación sobre las tasas de reducción de calcificación en organismos como los corales. Otros impactos se podrán presentar como efectos sobre la respiración de los peces y el desarrollo larvario de organismos marinos y a través de cambios en la solubilidad de nutrientes y toxinas. Las investigaciones recientes se han orientado también al estudio de las implicaciones de la acidificación oceánica en estructuras de hormigón como muelles, espigones o diques de abrigo.

#### **4.2.5. Aportaciones de agua dulce**

Los cambios en los usos del suelo y el cambio climático han modificado los cauces y caudales de los ríos y, en consecuencia, los aportes de agua dulce, sedimentos y nutrientes a los sistemas costeros (Piao et al. 2007). El uso masivo de tierras de agricultura ha incrementado la erosión, los sedimentos y la escorrentía. Aunque la modificación de los usos del suelo para agricultura comenzó de cientos a miles de años atrás dependiendo del continente, la intensificación en el cambio de los usos del suelo ha sido debida al rápido crecimiento de la población en los últimos años, lo que ha producido un incremento de la escorrentía global de 0,8 mm al año en el último siglo. La descarga de los ríos es generalmente mayor y más variable debido a la menor cantidad de obstáculos naturales al modificarse las márgenes talando y desbrozando la vegetación para el destino de distintos usos del suelo.

El ciclo hidrológico se está viendo intensificado con el cambio climático debido al incremento exponencial de la humedad específica con la temperatura. Se estima que el calentamiento global, a través de los cambios en el ciclo hidrológico, es el causante de un aumento del 50 % en la escorrentía superficial. Sin embargo los cambios a nivel regional son muy variables. La disminución de caudal sólido debido al represamiento de los ríos, como en el caso del Ebro, supone una disminución del aporte de sedimentos y, por lo tanto, un retroceso de sus desembocaduras y el aumento de inundaciones aguas arriba.

Los cambios en las descargas de los ríos tienen múltiples efectos en los sistemas costeros. Además de la calidad y cantidad de la escorrentía y caudal de los ríos, es también importante su distribución temporal. Las avenidas o descargas repentinas (debidas, por ejemplo, al alivio de embalses) sobre los sistemas marinos podrán impactar los ecosistemas costeros que no sean capaces de soportar aguas de baja salinidad y tendrán consecuencias sobre la eficiencia de los estuarios para retener o filtrar el material procedente de los ríos.

### **4.3. Factores de cambio no relacionados con el clima**

Los sistemas costeros están sujetos a una serie de factores de tipo no climático que pueden interactuar con los climáticos potenciando los impactos. Fundamentalmente, los factores no climáticos están asociados a presiones de tipo humano, pero también existen de manera natural, como es el caso de la subsidencia.

Las zonas costeras albergan algunos de los ecosistemas más ricos y valorados del planeta. Sin embargo, algunos de ellos son también los más degradados debido al aumento de la presión urbana. Junto al aumento de la población en las zonas costeras se desarrollan numerosas actividades, tanto en mar como en tierra, que pueden impactar negativamente o amenazar los ecosistemas costeros.

El análisis de los riesgos de cambio climático sobre los sistemas natural y socioeconómico introduce los conceptos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. La peligrosidad se corresponde con los factores





climáticos sometidos al cambio, ampliamente descritos en el capítulo anterior. Y la exposición y vulnerabilidad tienen que ver con las características físicas y socioeconómicas o naturales del sistema costero.

#### **4.3.1. Hipoxia**

El desarrollo socioeconómico, junto con otros factores de origen no relacionado con el clima como la hipoxia, desvío o variación de caudales en ríos, retención de sedimentos o pérdida de hábitat, potencian los impactos de cambio climático en la costa.

- En los últimos años se ha producido un aumento demográfico muy elevado en la franja costera. El ritmo de crecimiento anual de la población residente en municipios costeros fue de un 1.9 %, siendo superior en la fachada mediterránea, especialmente en Tarragona, Girona, Alicante y Castellón.
- En los últimos años se han producido notables cambios en los usos del suelo, produciéndose un crecimiento urbanístico en la costa que ha dado lugar a la rigidización de gran parte del litoral.
- Estos procesos han producido un aumento de la exposición y vulnerabilidad de la zona costera con un consiguiente aumento del riesgo.

El excesivo aporte de nutrientes da lugar a eutrofización en las zonas costeras, que conlleva un ciclo de crecimiento masivo de algas (conocido como bloom de algas), seguido de su muerte, descomposición y agotamiento del oxígeno (hipoxia), reforzado por el calentamiento del océano, que disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua del mar. Normalmente, el culpable es el aporte masivo de nitrógeno, que es el nutriente limitante en la mayoría de los ecosistemas costeros. A través del uso de fertilizantes químicos y combustibles fósiles el hombre está aumentando las reservas de nitrógeno en las zonas costeras. Por otro lado, la hipoxia se ve reforzada en ciertas zonas por el afloramiento de aguas profundas pobres en oxígeno. Asimismo, es necesario considerar que el aporte de nutrientes también puede producirse a través de las aguas subterráneas como sucede, por ejemplo, en el Mar Menor.

La hipoxia y la eutrofización suponen una seria amenaza para la vida marina y los ecosistemas costeros, favoreciendo cambios en la composición de las especies, la competencia entre ellas y la aparición de especies invasoras. La hipoxia afecta fuertemente a los estuarios, donde la circulación de agua es limitada y la renovación del oxígeno ocurre lentamente. La baja concentración de oxígeno puede dar lugar a cambios en el crecimiento y metabolismo de organismos marinos, así como el aumento de su mortalidad, siendo los más sensibles los peces. Los efectos sobre los ecosistemas implican la pérdida de hábitats, pérdida de fauna fundamental y el desvío de energía de las partes altas de la cadena trófica a las zonas microbióticas a medida que los organismos mueren y se descomponen.

#### **4.3.2. Desvío de caudales de agua dulce**

El represamiento y desvío de caudales de agua dulce hechos por el hombre pueden afectar a la escorrentía y caudales vertidos al mar en las cuencas de los ríos en mucha mayor medida que el cambio climático (Wisser et al. 2010). Las principales causas son la expansión del regadío y la construcción de presas para la creación de reservas artificiales de agua, laminación de avenidas y aprovechamiento de energía hidroeléctrica, que dan lugar a la retención del 15 % de las descargas de agua a nivel global, disminuyendo el aporte de sedimentos y



nutrientes a los sistemas costeros. El ejemplo más claro que tenemos en España es el río Ebro. Sobre su cauce hay construidos numerosos embalses para abastecimiento y aprovechamiento hidroeléctrico, como los de Mequinenza, Ribarroja o Flix, así como azudes, canales y trasvases para garantizar el suministro de agua en zonas industriales y urbanas (por ejemplo el Gran Bilbao o Tarragona) y el regadío en zonas de la Comunidad Valenciana y los arrozales del Delta del Ebro.

#### **4.3.3. Pérdida de hábitat**

Numerosos hábitats costeros como playas, marismas, esteros, lagunas o praderas submarinas se han perdido totalmente debido al desarrollo costero y urbanístico. La construcción de puertos, carreteras, urbanizaciones, piscifactorías o el relleno de zonas ganadas al mar han dado lugar a la pérdida directa de hábitats o a su degradación debido al efecto acumulado de presiones. La Manga del Mar Menor es un cordón litoral dunar que separa la laguna hipersalinizada del Mar Menor del Mar Mediterráneo. Hoy en día está urbanizado prácticamente en su totalidad, las playas están ocupadas por edificios, paseos marítimos, terrazas y calles, una carretera lo atraviesa de norte a sur y varios puertos deportivos albergan numerosas embarcaciones de recreo. Pese a las figuras de protección que se han ido estableciendo con el objetivo de conservar los pocos hábitats que quedan se han perdido gran cantidad de ellos, junto con numerosos ecosistemas. La Albufera de Valencia es otro ejemplo claro de pérdida de hábitat, por causas naturales y por presiones de tipo agrícola y urbanístico. La información del siglo XII indica que la Albufera tenía en aquella época unas veinte mil hectáreas, tras un proceso de pérdida de superficie imparable el humedal cuenta hoy en día con un 10 % de su tamaño original.

La pérdida de hábitat es la principal amenaza para los sistemas naturales puesto que ello conlleva la desaparición de ecosistemas y el servicio que éstos prestan. Esta ocupación de hábitat puede producir, por ejemplo, variaciones en el funcionamiento hidrogeológico de las aguas subterráneas o del ciclo hidrológico en general, afectando a los humedales litorales.

Además, la transformación de un hábitat en otro puede convertirse en permanente, al necesitar una restauración intensiva para volver a su estado original.

Más aún, es importante considerar que la desaparición también afecta indirectamente a los hábitats en segunda línea que han de ser ocupados por los costeros en un escenario de regresión de la línea de costa. El problema se acentúa cuando, como en muchos casos, estos hábitats secundarios ya han sido ocupados.

#### **4.3.4. Retención de sedimentos**

Los hábitats costeros dependen de un balance dinámico de entrada y salida de sedimentos para su buen funcionamiento, pero las actividades humanas pueden amenazar estos sistemas tanto aumentando como disminuyendo el balance final (Crain et al. 2009). La reducción de la cantidad de sedimentos que llega a la costa debido al represamiento de ríos, desvío de agua para regadío y extracción de áridos de los ríos es la causa del retroceso de los principales deltas del mundo, la erosión de la línea de costa, la amenaza de marismas, marjales y esteros, y el aumento de la salinidad en terrenos de cultivo y aguas subterráneas.

Por el contrario, el cambio en los usos del suelo puede incrementar el aporte de sedimentos. La deforestación del terreno da lugar a mayor erosión en eventos de inundaciones o riadas, proporcionando una mayor cantidad de sedimentos a las zonas costeras. Esta situación es especialmente dañina para los fondos rocosos, las praderas submarinas o las comunidades bentónicas. En los estuarios, por ejemplo, un incremento en la carga sedimentaria puede dar lugar al enterramiento de comunidades bentónicas y a un incremento en la turbidez de las aguas, reduciendo la penetración de la luz y dando lugar a numerosos efectos negativos.



#### **4.3.5. Desarrollo socioeconómico**

La exposición de un sistema hace referencia a los elementos en riesgo, expuestos a un peligro en una zona y periodo de tiempo determinados (adaptado de UNISDR, 2009). A lo largo del litoral español podemos encontrar diferentes elementos expuestos a los riesgos del cambio climático, tanto naturales como socioeconómicos: playas, frente urbano, puertos, diques, humedales...

En su estado originario los elementos expuestos del litoral español se correspondían en su totalidad con elementos naturales: playas, humedales, marismas, esteros... Sin embargo, la actuación del hombre a lo largo de los años, y especialmente en las últimas décadas, ha hecho que la costa esté cada vez más rigidizada y que los elementos actualmente expuestos sean, en gran parte, artificiales: paseos marítimos, edificios, puertos, diques...

Un repaso por el litoral español en la actualidad muestra una costa muy acantilada en ciertas regiones, con una extensión total de más de 4021 km de acantilados, la existencia de más de 2000 km de playa y en torno a 1271 km con características de costa baja (humedales). El resto del litoral, unos 600 km de línea de costa, ha sido transformado por obras artificiales (Arenas 2008). En el Mediterráneo español, el litoral peor conservado del país, el 32% de la costa tiene críticos niveles de degradación ambiental, el 51% de las playas urgen de alguna actuación de restauración, el 70% de las dunas están destruidas o muy deterioradas, el 60% de los ambientes de transición requieren de alguna actuación, el 40% de esa costa está ya urbanizada y el 16% es ya costa artificial, y finalmente el 57% de las playas están ya en entornos urbanizados (Ministerio de Medio Ambiente, 2007).

Uno de los elementos de mayor importancia de nuestra costa son los humedales. Desde el punto de vista ecológico, los humedales (considerando en este grupo los estuarios, deltas, marismas, esteros, lagunas, etc) son zonas de transición de gran riqueza natural vitales en la diversidad y en la sostenibilidad de las riberas del mar, los ecosistemas costeros y las pesquerías. Desde el punto de vista socioeconómico, al tener configuración de costa baja, a lo largo de los años ha sufrido numerosos usos y actuaciones. A principios del siglo XX, con la idea errónea de que las zonas de marisma suponían un problema para la salud se promulgó la Ley de Salubridad o Ley Cambó en 1918, que favorecía la desecación de marismas y la concesión con carácter indefinido de los terrenos saneados. Esta ley supuso un enorme error que dio lugar al relleno de humedales para suelo agrícola, instalación de saladares y salinas, industria, etc. Junto a esta ley, el modelo de desarrollo económico de las últimas décadas, basado en el turismo de sol y playa y el desarrollo urbanístico incontrolado en el litoral, ha supuesto unas dramáticas consecuencias: la mayor parte de las rías del Cantábrico han perdido más del 40 % de la superficie que tenían a principios del siglo XX, los estuarios históricos de Andalucía han quedado reducidos al caño principal y algunos caños secundarios (el Guadiana, el Tinto y el Odiel, el Guadalete o el Guadalquivir), los deltas se encuentran en clara regresión (Guadalfeo, Ebro, Guadalhorce...) y muchas lagunas costeras como el Mar Menor o la Albufera de Valencia han sufrido rellenos y fuertes presiones de tipo agrícola y urbano (Losada 2010).

#### **Población**

El desarrollo demográfico a lo largo del siglo XX responde fundamentalmente a tres tendencias: el despoblamiento del interior, el crecimiento de las ciudades y la densificación del litoral. En los últimos años, no obstante, la despoblación de las provincias de interior se ha revertido parcialmente y las ciudades han adoptado un crecimiento más difuso. Sin embargo, el litoral ha seguido incrementando su población a expensas incluso del propio interior de las provincias costeras (Fundación BBVA 2010).



Durante los primeros años del siglo XXI la población residente en municipios costeros se incrementó a un ritmo anual del 1,9 %, frente al 1,6 % registrado para la población total, ascendiendo en 2009 a más de 15 millones de personas. Esta población representaba un tercio del volumen demográfico de España (32,7 %) y se asentaba sobre una superficie equivalente a sólo el 6,7 % del territorio nacional. En 2009, los porcentajes más elevados de población residente en la costa se registraban en las tres provincias insulares, donde superaban el 80 %. En el período 2001-2009 los ritmos de crecimiento demográfico más elevados se dieron en la fachada mediterránea: en Tarragona y Girona superaron el 4 % anual y en Alicante y Castellón ascendieron a más del 3 %, tasa que también se alcanzó en numerosos municipios de Almería, Granada y Málaga (Fundación BBVA 2010), Figura 20.

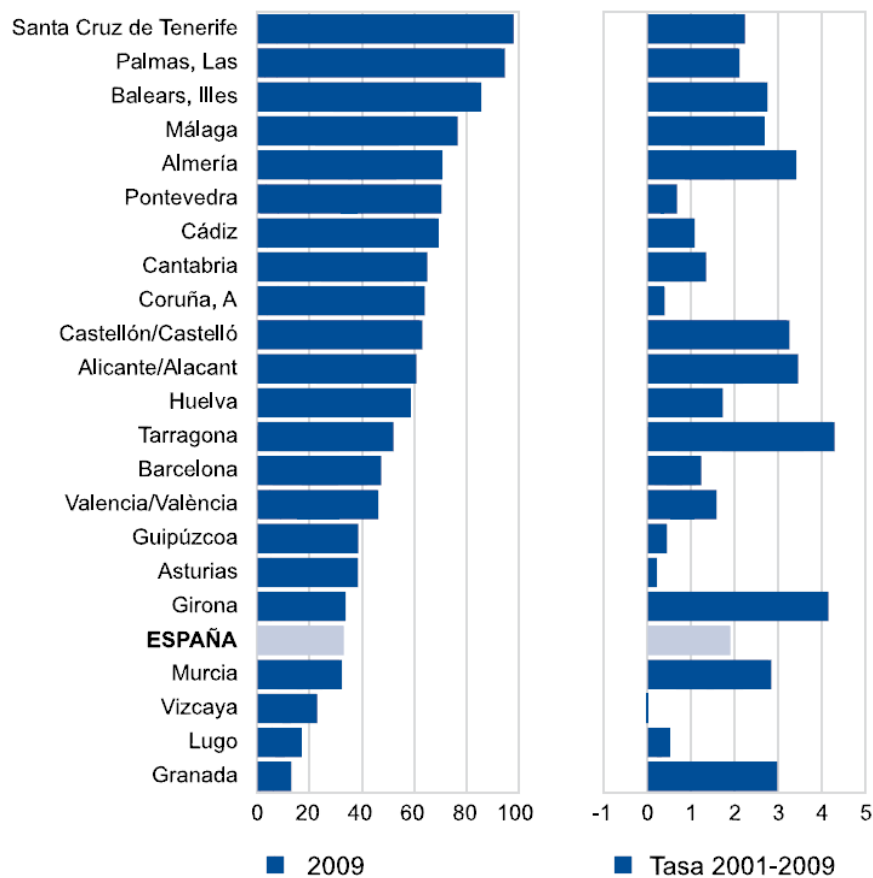


Figura 20. Población residente en la costa. 2009. Porcentaje sobre la población total y tasa de variación anual acumulativa 2001-2009.  
Fuente: Fundación BBVA

En cuanto a la densidad de población en los municipios costeros, en 2009 era especialmente elevada en Barcelona (5369 hab/km<sup>2</sup>) y Valencia (1682 hab/km<sup>2</sup>) debido a sus capitales, pero relativamente baja en Lugo (92 hab/km<sup>2</sup>), Murcia (157 hab/km<sup>2</sup>) o Huelva (162 hab/km<sup>2</sup>). En la Figura 21 se puede ver un gráfico de densidad de población por provincias.

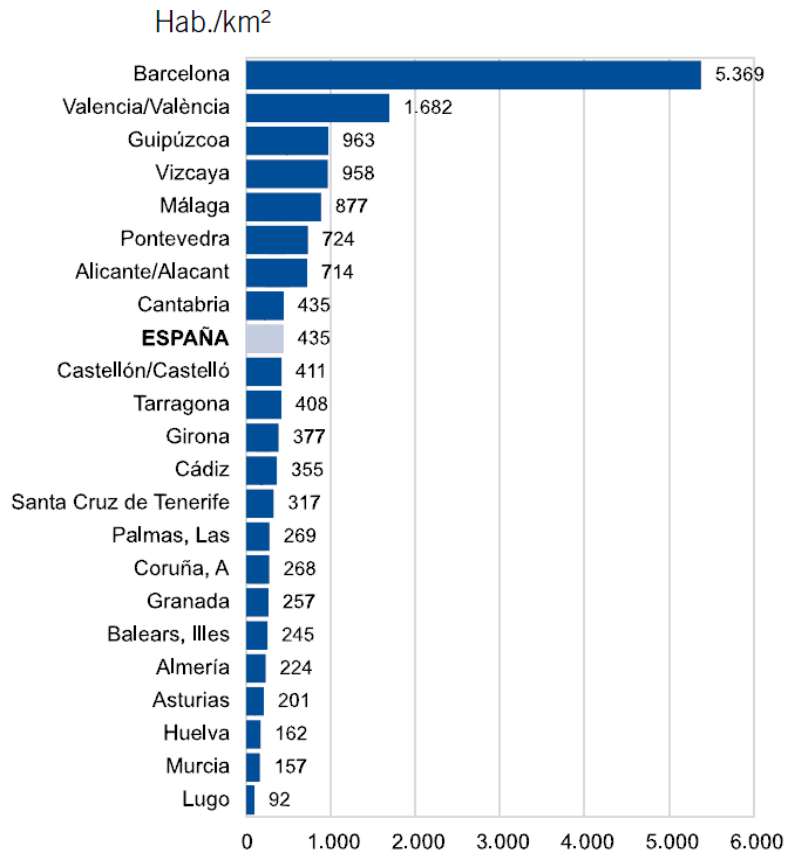


Figura 21. Densidad de población de los municipios costeros por provincias. 2009. Fuente: Fundación BBVA.

Los valores de la Figura 20 y 21 deben interpretarse con cautela dado que se trata de valores medios para municipios costeros, muchos de los cuales tienen una extensión suficientemente grande como para que no toda su población se vea potencialmente afectada, de forma directa, por los efectos del cambio climático en la costa.

#### Usos del suelo

La ocupación del suelo representa sobre el territorio las políticas socioeconómicas y ambientales de una sociedad, en definitiva, de su modelo de desarrollo. Los cambios en los usos del suelo, como el crecimiento urbano disperso, el incremento de regadíos o el abandono de tierras agrícolas tienen un importante impacto en el consumo de territorio, en el equilibrio de los ecosistemas y sus poblaciones y en la sobreexplotación de recursos ambientales limitados como el agua superficial y subterránea. La costa es un recurso limitado y su adecuada gestión es un elemento clave para la sostenibilidad del desarrollo de las generaciones presentes y futuras (Observatorio de la Sostenibilidad en España 2011).



La demanda turística, residencial y de ocio que tiene la costa española, gracias a su clima y riqueza natural y cultural, ha producido destacables beneficios económicos como el crecimiento del sector turístico español. Asociado al fenómeno turístico, pero muy relacionado con el boom inmobiliario, en los últimos años ha tenido lugar un crecimiento descontrolado de la artificialización del territorio, dando lugar a un número desmesurado de viviendas e infraestructuras en nuestras costas. Este proceso de artificialización ha supuesto una enorme pérdida de bienes y servicios de los ecosistemas litorales, haciendo que este modelo de desarrollo no sea sostenible a medio plazo (Observatorio de la Sostenibilidad en España 2011). Es este modelo de desarrollo el que definitivamente puede terminar con el atractivo turístico de nuestras costas dando lugar a importantes repercusiones en el sector turístico y el PIB nacional.

En la franja de los primeros 10 km de costa, donde confluyen diferentes procesos litorales, 345765 Ha están ocupadas por superficies artificiales, lo que representa un 34 % del total de superficie artificial en España (ver Tabla 6). Las superficies artificiales en esta franja suponen un 9,3 % de su área total, casi cinco veces más que la ocupación artificial en el resto del país (2,01 %).

ÁMBITO GEOGRÁFICO	10KM	ESPAÑA	10KM	ESPAÑA	10KM
CLASES LEAC	AREA (ha)	AREA (ha)	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL	PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE CADA CATEGORÍA RESPECTO AL TOTAL EN ESPAÑA DE ESTA CATEGORÍA
Superficies artificiales	345.765	1.017.360	9,3%	2,01	34,0
Tierras de labor y cultivos permanentes	724.990	15.837.441	19,4%	31,25	4,6
Pastos y mosaicos agropecuarios	693.836	9.526.853	18,6%	18,80	7,3
Bosques y zonas de matorral boscoso en transición	930.457	13.802.422	24,9%	27,24	6,7
Praderas naturales, brezales y vegetación esclerófila	717.944	8.809.679	19,2%	17,39	8,1
Espacios abiertos con poca o sin vegetación	229.222	1.240.120	6,1%	2,45	18,5
Humedales	54.900	111.082	1,5%	0,22	49,4
Masas de agua	39.663	328.184	1,1%	0,65	12,1
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>3.736.777</b>	<b>50.673.140</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,00</b>	<b>7,4</b>

Tabla 6. Ocupación del suelo en la franja de 10 km de costa y comparación con España. Año 2006. Clases LEAC (proyecto Land and Ecosystem Accounting) en el contexto de trabajo de la Agencia Europea de Medio Ambiente). Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE.

En el período 1987-2000 (13 años) las superficies artificiales aumentaron 3537 Ha/año, lo que supone un 18,32 %, aunque la aceleración de este proceso se observó principalmente en el período 2000-2006 (6 años), con un crecimiento de 6063 Ha/año, un 11,53 % de aumento. Los principales procesos implicados en la artificialización del terreno son la expansión de las infraestructuras en los dos períodos y la expansión residencial difusa en el primero. Esto pone de manifiesto un modelo de expansión urbana difusa con importantes implicaciones territoriales y ecológicas, como fragmentación de hábitats por el desarrollo de infraestructuras para conectar núcleos de población difusos.

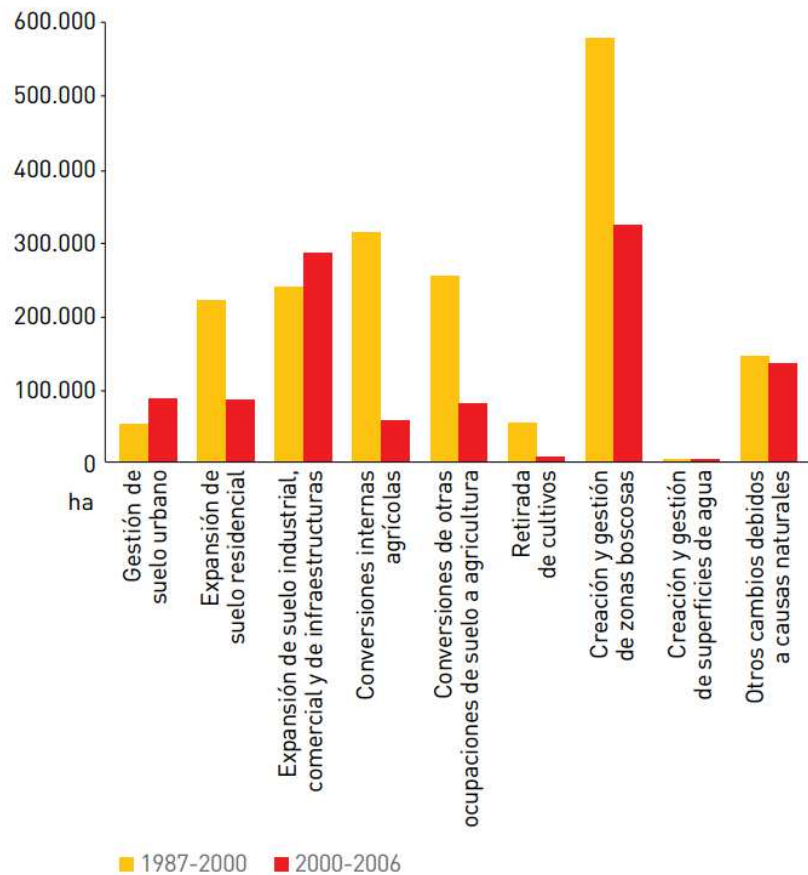


Figura 22. Flujos de intercambios principales en la franja costera de 10 km en España, 1987-2000-2006. Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE.

A escala provincial se puede ver que las diez provincias que presentaron mayor crecimiento de zonas urbanas e infraestructuras se encuentran en la cuenca Mediterránea y en Canarias, destacando Canarias con más de 7000 Ha artificializadas en el período 2000-2006.



Figura 23. Evolución de la playa de Benidorm (1960-2005). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

La franja de los primeros 10 km de costa delimita el área de mayor influencia de los procesos de artificialización, además de otras dinámicas costeras, del medio territorial y marino. Al considerar otras distancias, como 2 ó 5 km se observa en ciertas zonas que las urbanizaciones, infraestructuras, etc migran hacia el interior debido a la colmatación de esta primera franja, lo que a su vez es corroborado por la ocupación dispersa, incremento de vías de acceso y creación de campos de golf y servicios turísticos no solo en la franja inmediatamente limítrofe con el mar (Observatorio de la Sostenibilidad en España 2011).

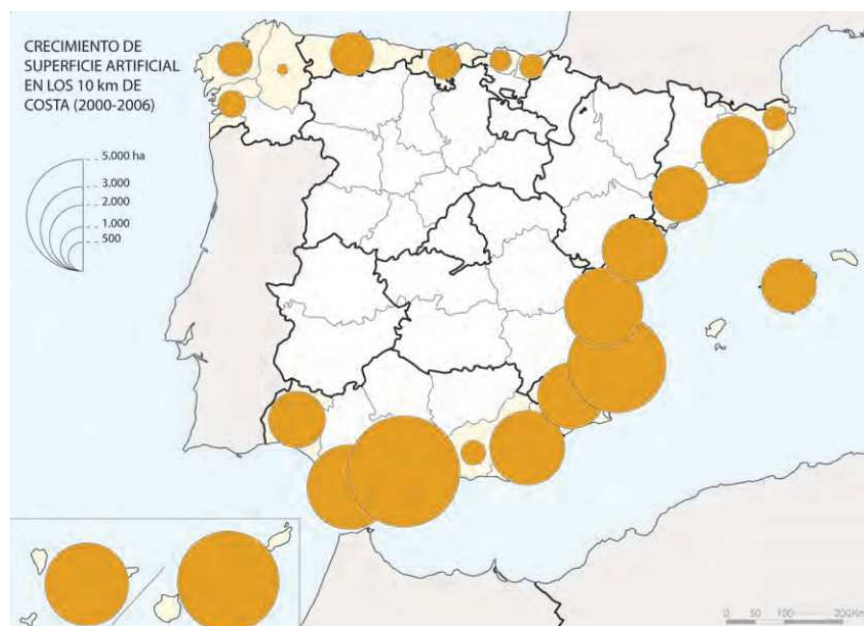






Figura 24. Crecimiento de superficie artificial en los 10 km de costa entre 2000 y 2006, por provincia. Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España, OSE.

Este cambio en los usos del suelo hacia un desarrollo urbanístico desmesurado en la costa es un fenómeno complejo y delicado en España. Su explicación puede deberse a varios fenómenos asociados, como la industria turística, la población jubilada y extranjeros, el boom inmobiliario, la ampliación de infraestructuras de comunicación y la compensación económica, pero hay que tener en cuenta que una simple intervención en cualquiera de ellos puede dar lugar a consecuencias serias en la costa.

El nivel y ritmo de artificialización en la franja de 10 km de costa en 2006 no es sostenible y, además, los impactos generados por un crecimiento descontrolado (en torno a 18 % en ambos períodos de 13 y 6 años) son muchas veces irreversibles. La crisis económica que atraviesa España desde 2007 está forzando una ralentización de este proceso, lo que se puede considerar una oportunidad para iniciar un proceso de planificación integrada de la costa española. Sin embargo, es evidente una seria falta de concienciación y de aplicación de los instrumentos de gestión existentes, por lo que sin este cambio no es posible impulsar mejores condiciones ambientales y conservar nuestro litoral.

En cuanto a las figuras anteriores relativas a los usos de suelo, cabe hacer un comentario equivalente al correspondiente a la población. Los valores presentados para la franja de 10 km son valores medios característicos de vulnerabilidad. Los efectos del cambio climático sobre la población o los usos del suelo requerirá un análisis con una resolución suficiente como para identificar la distribución real de población y usos del suelo sobre el territorio, considerando sus particularidades geomorfológicas.

#### 4.4. Resumen del diagnóstico de C3E

Los sistemas costeros y, en especial, las zonas bajas como el Delta del Ebro, desembocaduras de los ríos y estuarios y marismas, experimentarán impactos adversos como la inundación costera y la erosión debido a la subida del nivel del mar y cambios en la dirección e intensidad del oleaje.

- Las playas, dunas y acantilados, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y, en menor medida, por aumento en la intensidad del oleaje o cambios de dirección del mismo.
- 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 siendo, en términos absolutos, mayor la cota de inundación en la costas cantábrico-atlántica y canaria.
- Aunque las proyecciones de marea meteorológica tienen un elevado grado de incertidumbre, la subida del nivel del mar potenciará los eventos extremos de inundación aumentando su intensidad y especialmente su frecuencia.
- Considerando un escenario tendencial de aumento del nivel medio del mar a 2040 (aproximadamente 6 cm), las playas de la cornisa cantábrico-atlántica y norte de las Canarias experimentarán retrocesos medios cercanos a los 3 m, 2 m en el Golfo de Cádiz y valores medios entre 1 y 2 m en el resto de las fachadas. Es necesario hacer constar que estos valores son cotas inferiores. Por un lado, consideran un escenario tendencial con un valor de aumento del nivel del mar muy inferior al proyectado en el



último informe del IPCC para dicho horizonte que cuadruplica aproximadamente el valor tendencial. En segundo lugar, estos valores de retroceso corresponden únicamente a la componente de inundación lenta por aumento del nivel del mar, sin tener en cuenta, los posibles efectos de los eventos extremos.

- Más aún, es necesario hacer constar que el uso de escenarios tendenciales, es decir, obtenidos a partir de la extrapolación de las observaciones históricas se encuentra del lado de la inseguridad a la hora de la evaluación de riesgos, dado que infravalora el impacto que las emisiones presentes y futuras puedan tener sobre el nivel del mar. Por ello, es esperable que los retrocesos en las playas vayan a ser superiores a los correspondientes a los escenarios tendenciales.
- En cuanto a la intrusión salina, lo mayores impactos se esperan en el Ebro por la combinación del aumento del nivel del mar con una posible reducción de caudales del río.

Entre las consecuencias más relevantes del cambio climático sobre los sistemas costeros naturales se encuentra la pérdida de praderas de *Posidonia oceánica*, ecosistema emblemático del Mar Mediterráneo, así como el desplazamiento de algunas especies, la pérdida de humedales y la pérdida de servicios ecosistémicos.

- Si el Mediterráneo occidental sufriera un aumento medio de  $3,4\pm 1,3^{\circ}$  C a finales de siglo (escenario A1B) la densidad de las praderas de *Posidonia* disminuiría hasta alcanzar el 10% de la densidad actual a mediados de este siglo (2049 $\pm$ 10 años).
- Aunque existen varios estudios específicos sobre el efecto del cambio climático en la Posidonia, serían necesarios estudios de impactos para diferentes escenarios de cambio climático que tengan en cuenta la extrema estenoicidad de otras comunidades biológicas litorales, tanto sumergidas como emergidas, así como de la gran cantidad de especies endémicas que poseen las costas españolas.
- Bajo los escenarios de cambio climático estudiados la pérdida principal de humedales se producirá en aquellos situados en el entorno de las ciudades o asentamientos urbanos o industriales, cuyos contornos han sido rigidizados impidiendo su adaptación. Este es el caso de la desembocadura del Nervión en Bilbao, la ría de Avilés o la ría de Ferrol. No obstante lo anterior, sería necesario evaluar la incidencia que el cambio climático puede tener sobre aquellos humedales costeros que dependen de las aguas subterráneas.
- En el Cantábrico, con el escenario tendencial y horizonte 2040, las pérdidas económicas por inundación asociadas a los servicios ambientales prestados por los ecosistemas costeros en ausencia de medidas de adaptación, varían entre el 0,01 y el 0,12 % del PIB provincial del 2008 dependiendo de la provincia. Cantabria, Coruña y Guipúzcoa son, en este orden, las más afectadas tanto ante inundación permanente como ante eventos extremos.

Si la tendencia en el aumento de la población, actividades y localización de bienes en la costa española continúa, se incrementará la exposición y vulnerabilidad costera. Los riesgos y consecuencias sobre el sistema socioeconómico debidas a eventos extremos de inundación ya experimentadas en la actualidad continuarán, y se verán agravadas, por los efectos del cambio climático y en especial por la subida del nivel del mar.

- Los puertos sufrirán alteraciones en sus condiciones de operatividad. El aumento del nivel del mar producirá una reducción general en el número de horas disponibles para realizar las operaciones en todos los puertos de España. Asimismo, la proyección de los cambios en el oleaje observados hasta el



momento, hacen previsible que en 2040 se haya producido una reducción de la operatividad en los puertos del Cantábrico, sureste de las Islas Canarias y norte de Mallorca y un aumento de la misma en los puertos del Mediterráneo, si no se toman medidas de adaptación. En cuanto a la fiabilidad de las estructuras, el aumento del nivel del mar reducirá la fiabilidad de la mayor parte de las obras marítimas de los puertos de España, siendo este efecto contrarrestado en algunos casos (Mediterráneo principalmente) por los cambios del oleaje.

- Los citados impactos negativos por aumento del nivel medio del mar, se verán potenciados en el horizonte 2100 para cualquier proyección de aumento del nivel del mar considerada en todos los puertos españoles o infraestructuras localizadas en la costa (energía, transporte, abastecimiento, saneamiento, etc.) requiriendo la introducción de medidas de adaptación durante las próximas décadas.
- Ante un escenario de aumento del nivel medio del mar de 50 cm en el periodo 2081-2100, el incremento de la cota de las obras de protección frente a la inundación costera o de las infraestructuras de defensa portuarias, necesario para mantener la misma frecuencia de excedencias por eventos de inundación que la observada en el periodo 1986-2005, se sitúa entre 40 y 60 cm en el Cantábrico.
- Considerando escenarios tendenciales para el aumento del nivel del mar y la vulnerabilidad en la costa noratlántica, en el año 2040 la población afectada por inundación permanente estará en torno al 2-3% de la población total de las provincias de Coruña, Cantabria y Guipúzcoa en 2008. Para un incremento de nivel del mar medio de 50 cm en el horizonte 2100, el número de personas por provincia afectadas a lo largo de la costa entre Pontevedra y Guipúzcoa varía entre el 1% y el 4% de la población en 2008, siendo su distribución irregular por provincias. Tanto para 2040 como para 2100 las proyecciones se han realizado sin considerar adaptación.
- En la fachada costera, entre las provincias de Pontevedra y Guipúzcoa, a 2040 la proyección tendencial de la inundación permanente sin adaptación implicaría unos costes entre el 0,4 y 1,5% del PIB anual provincial a 2008, considerando una tasa de descuento del 3%.
- Si se considera el evento extremo de inundación de periodo de retorno de 50 años a día de hoy y sin adaptación, las consecuencias económicas se distribuirían irregularmente entre las provincias de Pontevedra y Guipúzcoa alcanzando valores de entre el 0,4% y el 2,6 % del PIB provincial ante un evento extremo equivalente en 2040.
- Las infraestructuras son el principal activo expuesto en todas las provincias estudiadas. En la fachada noratlántica, para un escenario de subida de nivel del mar global de 85 cm (próximo al peor previsto por el IPCC) en el año 2100, más del 10 % del suelo correspondiente a infraestructuras se podría ver afectado en las provincias gallegas.

Los impactos y consecuencias producidas por el cambio climático en cualquiera de los escenarios considerados pueden reducirse mediante la introducción de medidas de adaptación.

Los costes de la adaptación a las condiciones climáticas proyectadas para finales del siglo XXI dependerán enormemente de la fachada costera en la que se localicen, las opciones de adaptación consideradas, del momento de su implementación y del daño residual que se asuma aceptable.



Asimismo, la eficiencia de las opciones de adaptación al cambio climático implementadas dependerá enormemente de su interacción con las presiones que el hombre ejerza sobre la costa y sus consiguientes impactos.

La información completa sobre el proyecto C3E puede encontrarse en el enlace siguiente:

[http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/z\\_costeras.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/z_costeras.aspx)

#### 4.5. Diagnósticos regionales y sectoriales

A continuación se incluye una lista, no exhaustiva, con algunos otros proyectos, estudios o bases de datos que incluyen información que puede ser relevante para entender la variabilidad climática, el cambio climático y sus efectos en la costa española.

- Proyecto GLICAL. 2008. Análisis de las evidencias e impactos del cambio climático en Galicia.
- Estudio de base para la posterior definición de una estrategia de prevención y adaptación al cambio climático en Cataluña. Estudio de base núm. 1: Delta del Ebro (Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, diciembre 2008).
- Análisis preliminar de la vulnerabilidad de la costa de Andalucía a la potencial subida del nivel del mar asociada al Cambio Climático. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. (2011)
- Proyecto ESCENARIOS de la Agencia Estatal de Meteorología.
- Proyecto VANIMEDAT 1 (2009): Variabilidad decadal e interdecadal del nivel del mar en el Mediterráneo y el Atlántico Nororiental. Periodo 2006-2008.
- Proyecto VANIMEDAT 2 (2013): Obtención de escenarios climáticos marinos para el Siglo XXI en el Mediterráneo y en el Atlántico Nororiental. Periodo 2010-2012.
- Sección de datos climáticos marinos de Puertos del Estado (mediciones y calculados por simulación), datos históricos de la página web:
- [http://www.puertos.es/oceanografia\\_y\\_meteorologia/redes\\_de\\_medida/index.html](http://www.puertos.es/oceanografia_y_meteorologia/redes_de_medida/index.html)
- Red Telemática CLIVAR-España. Del Programa CLIVAR (Climate Variability and Predictability). - <http://www.clivar.es> -
- Informe Final del Grupo de Trabajo para el análisis de las necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructuras de España. Ministerio de Fomento. Septiembre de 2013.

#### 4.6. Integración sectorial de la adaptación

Como se explicaba anteriormente la gestión adaptativa propuesta por esta estrategia se basa en el concepto de riesgo. Ya se ha comentado que el riesgo básicamente depende de tres factores: la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad. La Estrategia de Adaptación de la Costa Española al Cambio Climático no puede actuar sobre



la peligrosidad de forma directa, puesto que ésta depende de las variables climáticas y su evolución en función de los distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Pero esta Estrategia tiene la capacidad de intervenir directamente sobre los otros dos componentes de la ecuación: la exposición y la vulnerabilidad. También lo puede hacer indirectamente sobre la peligrosidad, en tanto en cuanto, las medidas de adaptación implementadas contribuyan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En relación con la exposición, es evidente que el desarrollo socioeconómico en la franja litoral requiere de un mayor esfuerzo en la capacidad adaptativa de nuestras costas frente al cambio climático. La acumulación de personas y bienes en las zonas costeras incrementa la exposición y por lo tanto el riesgo frente a los impactos del cambio climático. Un adecuado desarrollo socioeconómico puede ser considerado una medida de adaptación al cambio climático en las costas.

Con el enfoque en las actuaciones de tipo sectorial se pueden aplicar medidas estructurales, sociales o institucionales. Para los distintos sectores afectados por el impacto del cambio climático en la costa se han identificado cuáles son las principales amenazas en cada caso<sup>2</sup> (aumento del nivel del mar, acidificación, fenómenos extremos,...). La responsabilidad para la planificación e implementación de las medidas que pueden contribuir a reducir la exposición y la vulnerabilidad dependerá de la naturaleza de cada una de las actuaciones y de la distribución competencial entre ministerios, CCAA y entes locales, sin olvidar la implicación del sector privado que conjuga gran cantidad de intereses y responsabilidades en las zonas costeras.

A continuación se resumen sectorialmente las principales amenazas.

### Seguridad

La seguridad es un tema transversal que afecta a muchos otros sectores de actividad pero, dada su relevancia, se ha destacado en un apartado independiente. Las principales amenazas son las derivadas de temporales y otros **fenómenos meteorológicos extremos**.

### Urbanismo

El planeamiento urbano debería tener en cuenta las proyecciones de cambio climático a la hora de asignar a los terrenos calificaciones que permitan la acumulación de ciudadanos en zonas de riesgo amenazadas por la **subida del nivel del mar** y los **fenómenos meteorológicos extremos**. Para evitar daños a las personas y los bienes deberían evitarse las construcciones próximas al Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), sobre todo de viviendas tanto permanentes como estacionales (hoteles). Se deben tener en cuenta igualmente los problemas de **intrusión salina** en ríos y acuíferos así como la **subida del nivel freático** que podría afectar al funcionamiento de redes y servicios subterráneos así como a la calidad de los terrenos y a las condiciones sanitarias del entorno.

### Turismo

Los riesgos asociados al sector turístico son similares a los comentados anteriormente en relación con el planeamiento urbano pero con la peculiaridad de la marcada estacionalidad que suele acompañar a los hábitos del turismo de sol y playa. Además, muchas playas retrocederán por efecto del cambio climático ya que no siempre será posible protegerlas o recuperarlas.

---

<sup>2</sup> El listado de principales amenazas no es excluyente de otras que pueden ser relevantes en cada caso. No se han considerado expresamente los impactos que no son específicos de zonas costeras, como pueden ser la sequía, las inundaciones por precipitaciones intensas o los incendios.



## Pesca

El impacto previsto sobre la pesca puede ser limitado puesto que por **aumento de la temperatura del mar** se espera que especies de consumo habitual migren hacia zonas más frescas pero llegarán especies más tropicales cuyo consumo se podría incentivar de manera que el sector no se vea perjudicado por el cambio y se adapte a la nueva *temperatura de la captura*<sup>3</sup>.

## Marisqueo

Esta actividad se verá previsiblemente condicionada por una reducción de los recursos disponibles debido al fenómeno de la **acidificación** marina que dificulta el desarrollo de los componentes calcáreos de moluscos y crustáceos, principales organismos objetivo de este sector.

## Acuicultura

Este sector se verá afectado de la misma manera que alguno de los dos anteriores en función de que las especies cultivadas sean peces o invertebrados y el impacto más significativo, respectivamente, el **aumento de la temperatura del mar** o la **acidificación**. La **subida del nivel del mar** puede también afectar a las instalaciones requiriendo su protección o reubicación.

## Agricultura

Las principales amenazas para la agricultura litoral proceden de la **subida del nivel del mar** y de la **intrusión salina**, tanto en ríos como en acuíferos.

## Industria y energía

Las instalaciones industriales y de generación de energía ubicadas en la franja litoral, de manera general, deberán hacer frente a impactos derivados de la **subida del nivel del mar**, **fenómenos meteorológicos extremos**, **acidificación**, **intrusión salina** y **al aumento de la temperatura del mar**.

## Transportes

La **subida del nivel del mar** y los **fenómenos meteorológicos extremos** pueden generar impactos en carreteras, vías ferroviarias y aeropuertos muy próximos a la zona costera pero los más perjudicados por estas variables serán los puertos. Para éstos últimos se prevé también un importante impacto, principalmente a efectos de operatividad, y por el **aumento de la temperatura del mar** y su influencia en la proliferación de organismos acuáticos también a efectos de mantenimiento.

## Espacios naturales

Los espacios naturales ubicados en las costas se verán afectados principalmente por la **subida del nivel del mar**, en el caso de espacios terrestres, y por el **aumento de la temperatura del mar** en el caso de los espacios sumergidos. Especial atención debe prestarse a la prevención de la **erosión**.

---

<sup>3</sup> La *temperatura media de la captura (TMC)* es un concepto introducido en 2013 por Cheung et al. en relación con este fenómeno de la migración de especies de consumo.



### **Patrimonio histórico y cultural**

En tanto en cuanto una gran parte del patrimonio histórico y cultural español se encuentra ubicado en la costa, la subida del mar, los fenómenos meteorológicos extremos o la erosión pueden ser algunos de los aspectos vinculados al cambio climático que pueden ocasionar daños directos o indirectos sobre el patrimonio o sobre el medio en el que se ubica.

Por los impactos anteriormente descritos, los sectores afectados deben considerar la mejor información disponible para integrar en su planificación la necesidad de la adaptación al cambio climático de forma progresiva.

### **4.7. Conclusiones sobre el diagnóstico**

Una vez analizada la información disponible se pueden extraer las siguientes conclusiones relevantes para la Estrategia.

- El último informe del IPCC cuenta con información actualizada muy relevante para evaluar los impactos del cambio climático en la costa española, sin embargo, la escala de resolución espacial ofrecida, no es la suficiente para abordar la estrategia española.
- En España existen diversos estudios que han analizado diferentes elementos relevantes para analizar los efectos del cambio climático en la costa española.
- Dichos estudios abordan, con diferente nivel de aproximación y ámbito territorial, el análisis de aspectos de la física, impactos e incluso adaptación al cambio climático en las costas españolas. Sin embargo el proyecto C3E, financiado por el MAGRAMA, es el único que cubre desde la física hasta las consecuencias con una cobertura geográfica nacional, especialmente desarrollada en la costa Atlántico-Cantábrica.
- Asimismo, los diferentes estudios existentes difieren de manera importante en las proyecciones, impactos y sectores considerados, así como en las bases de datos y modelos de impacto considerados por lo que son difícilmente comparables.
- Aunque, en unos y otros, existe coincidencia en la identificación de algunas de las zonas más sensibles al cambio climático en la costa española, no se ha establecido, hasta el momento, una metodología contrastada que, de forma cuantitativa y homogénea para todo el litoral español, sirva para clasificar los niveles de riesgo actuales, ni su previsible evolución en el futuro. Esto conduce a que el establecimiento de prioridades de actuación se haya basado, hasta el momento, más en criterios de experto o de emergencia que no en evaluaciones cuantitativas de medio largo plazo.



## **SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS**

### **1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA**

Una vez realizado el análisis sobre el estado del conocimiento de la situación de la costa española frente al cambio climático, se puede proceder a definir una serie de objetivos específicos que elaboran los objetivos generales expuestos en el punto 2 de la Introducción de la Estrategia.

Los objetivos específicos se estructuran en 6 grandes bloques:

1. Diagnóstico
2. Participación
3. Capacitación y Concienciación
4. Medidas de Adaptación y Coordinación
5. Seguimiento y Evaluación
6. Investigación

A continuación se especifican los objetivos correspondientes a cada uno de los bloques identificados.

#### **1. Diagnóstico<sup>4</sup>**

- D1. Establecer una metodología, común y consensuada por expertos, de la definición, configuración y representación de la costa; del análisis y evaluación de, los impactos y de la vulnerabilidad frente al cambio climático y los eventos extremos<sup>5</sup> en la costa española, para identificar los riesgos y consecuencias negativas asociadas
- D2. Elaborar diagnósticos periódicos de la vulnerabilidad y los riesgos en las costas españolas frente al cambio climático aplicando la metodología anterior de una manera coordinada, homogénea e integrada que permitan reducir las incertidumbres.
- D3. Identificar, caracterizar y describir las zonas más vulnerables de la costa española distinguiendo las distintas unidades de gestión (playas y dunas, acantilados, aguas y ambientes de transición, masas de agua costeras, etc) que forman parte de los sistemas naturales y los sistemas y sectores socioeconómicos principales.

---

<sup>4</sup>Independientemente de que el resto de objetivos que se enumeran a continuación, puedan y deban abordarse con la información sobre el diagnóstico existente hasta el momento, es necesario reconocer que a día de hoy no existe una metodología establecida y definida para una evaluación integral de alta resolución para toda la costa española. Esta evaluación, contribuiría a reducir incertidumbres y priorizar de forma racional y equilibrada las necesidades de adaptación en todo el territorio nacional. Más aún, los diagnósticos para la evaluación de los efectos del cambio climático son altamente dependientes de la calidad de las bases de datos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad así como de sus proyecciones. Asimismo, los diferentes modelos de impacto y las tecnologías de adaptación van evolucionando a medida que progresa el conocimiento científico-técnico por lo que parece razonable que en el marco de incertidumbre que envuelve la toma de decisiones para hacer frente al cambio climático, los diagnósticos sigan un esquema de revisión acorde con el progreso del conocimiento tal y como hace el IPCC.

<sup>5</sup>Eventos extremos debidos a variabilidad climática o cambio climático





- D4. Sentar las bases metodológicas para la ayuda a la planificación y toma de decisiones en un marco de incertidumbre.

## 2. Participación

- P1. Promover la movilización y la participación de los actores, con competencia e intereses estratégicos en la costa, en las diferentes fases del ciclo de la adaptación.
- P2. Incorporar nuevos mecanismos de participación o explotar los existentes para facilitar la participación de los actores más relevantes en las zonas costeras

## 3. Capacitación y concienciación

- C1. Contribuir a que los diferentes actores implicados en la costa tomen conciencia de las implicaciones a medio y largo plazo de los efectos del cambio climático en la costa.
- C2. Contribuir a que los diferentes sectores públicos y privados con competencia e intereses estratégicos en la costa, cuenten con el conocimiento, herramientas, formación y capacidades necesarias para gestionar los riesgos derivados del cambio climático de manera informada.

## 4. Medidas de adaptación y coordinación

- A1. Contribuir a incrementar la resiliencia de los sistemas naturales, principalmente de los ecosistemas costeros y marino, con especial atención a especies endémicas, amenazadas y protegidas, ante los efectos del cambio climático tomando las medidas necesarias para permitir su adaptación.
- A2. Promover medidas de adaptación en los sistemas socioeconómicos ubicados en la costa que contribuyan a favorecer su resiliencia frente a los eventos extremos y el cambio climático.
- A3. Promover medidas de adaptación de cualquier tipología que consideren actuaciones sobre la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad para reducir el riesgo y sus consecuencias, priorizando, cuando sea posible, aquellas basadas en sistemas naturales, también conocidas como infraestructuras verdes, frente a las artificiales.
- A4. Identificar, planificar, proyectar e implementar aquellas opciones de adaptación propias del dominio público marítimo terrestre con criterios de eficiencia y sostenibilidad y de su posible integración con medidas a tomar por otras administraciones.
- A5. Proponer metodologías para la evaluación de los costes y beneficios, tangibles e intangibles, de la adaptación que permitan comparar y priorizar de manera homogénea las inversiones necesarias.
- A6. 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.



- A7. Promover marcos regulatorios y normativos que contribuyen a incrementar la capacidad adaptativa de los sectores con intereses en la costa y contribuir al cumplimiento de los objetivos de las Directivas y Recomendaciones con implicación en la sostenibilidad de las zonas costeras.
- A8. Promover la integración de la adaptación al cambio climático en todos los planes y programas de los sectores y administraciones más directamente implicados en las zonas costeras
- A9. Promover la solidaridad interterritorial para apoyar las necesarias adaptaciones en las costas españolas
- A10. Fomentar la gestión integrada entre todas las administraciones involucradas, garantizando, entre otras cosas, que se controle la urbanización adicional y la explotación de zonas no urbanas y que al mismo tiempo se respeten las características naturales del entorno costero.
- A11. Promover medidas para fomentar iniciativas a nivel local de gestión integrada de las zonas costeras y de sus recursos, en las que participen los ciudadanos y usuarios de las zonas costeras. (COM(2000) 547 final)<sup>6</sup>
- A12. Integrar la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- A13. Posicionar de forma óptima al país en una línea coherente con las prioridades europeas que se están marcando en la Estrategia Europea de Adaptación y en el Marco Financiero Plurianual 2014-2020, para abordar la financiación de las actuaciones proyectadas con los correspondientes instrumentos europeos

## 5. Seguimiento y evaluación

- S1. Incorporar un sistema de seguimiento y evaluación de los impactos del cambio climático en la costa española acoplado al sistema de indicadores del PNACC.
- S2. Elaborar un conjunto de indicadores específico para el seguimiento de las medidas de adaptación implementadas.
- S3. En el caso de que se produjeran problemas derivados de una adaptación incorrecta, introducir establecer planes de actuación para hacer frente a los mismos.
- S4. 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.

## 6. Investigación

- I1. Promover y favorecer iniciativas que fomenten la investigación en materia de cambio climático, especialmente en aquellas líneas que contribuyan a incrementar nuestro conocimiento sobre los

<sup>6</sup> COM (2000) 547 final – Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, del 27 de septiembre de 2000, sobre la Gestión Integrada de las Zonas Costeras: Una Estrategia para Europa.



principales factores climáticos que afectan a la costa y sobre la evaluación de impactos en los sistemas costeros naturales y socioeconómicos, tanto observados como proyectados. También de aquellas conducentes a la optimización, implantación y seguimiento de medidas de adaptación sostenibles desde un punto de vista ambiental y económico o al desarrollo de nuevas soluciones.

## 2. DIRECTRICES GENERALES

### 2.1. Introducción

A la hora de determinar la orientación de la Estrategia, es necesario fijar una serie de directrices generales que sirvan para guiar y acotar el alcance de la misma. El primer problema radica en que la evaluación de los impactos del cambio climático en la costa tiene múltiples facetas. Cubrir todas ellas es prácticamente inabordable por lo que es necesario acotar el alcance de manera adecuada a los objetivos de esta Estrategia. En segundo lugar, la determinación de alternativas y las actuaciones vinculadas, exige la necesidad de proceder a una priorización que debe estar basada en factores con el mayor grado de cuantificación posible, y obtenidos con criterios homogéneos para toda la costa española. Además, es necesario gestionar la incertidumbre asociada al cambio climático.

Para ello, es necesario fijar los siguientes elementos:

- Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático
- Factores de cambio a considerar en los diagnósticos
- Determinación de escenarios y proyecciones
- Impactos incluidos
- Niveles de riesgo y consecuencias

Tanto en términos de riesgo, como de consecuencias, su evaluación se realizará preferentemente agregando ponderadamente los diferentes impactos y sistemas o sectores definidos a continuación.

### 2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático

La Estrategia considera los siguientes sistemas, subsistemas y sectores en la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa, Tabla 7.

SISTEMAS	SUBSISTEMAS	INDICADORES CARACTERÍSTICOS
NATURALES	Acantilados	km. Longitud de acantilado con problemas de desprendimientos km. Longitud de acantilado con problemas de erosión los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Costas bajas rocosas	km. Longitud de costa baja rocosa con problemas de desprendimientos los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Playas	Nº total de playas km. Longitud de playas afectadas por erosión m. retroceso medio anual m. cambio en la cota de inundación m. retroceso máximo proyectado m <sup>3</sup> cambio en transporte potencial los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Dunas	km. Longitud de dunas afectadas por erosión m. retroceso medio anual m. retroceso máximo proyectado (gr/cm s). Variación del transporte potencial de arena los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Humedales y marismas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Albuferas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Deltas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. Variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Estuarios	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina m <sup>3</sup> variación del volumen arena en los bajos interiores o llanuras mareales m <sup>2</sup> variación de la sección de equilibrio de la boca de la desembocadura m <sup>3</sup> variación del volumen de equilibrio del volumen del bajo exterior

SISTEMAS	SUBSISTEMAS		INDICADORES CARACTERÍSTICOS
			Variación del número adimensional de la estratificación los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Praderas de macroalgas		Nº de praderas m <sup>2</sup> . Superficie ocupada con seguimiento trianual
	Praderas de posidonia y otros hábitats relevantes de la zona costera		Nº de praderas o de hábitats m <sup>2</sup> . Superficie ocupada con seguimiento trianual
SOCIOECONÓMICOS	Población		Número de habitantes en área inundable
	Áreas urbanas		Km <sup>2</sup> Área urbana y urbana concentrada afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada
	Infraestructuras	Transporte Energía Saneamiento Comunicación Puertos Obras de protección	Km de infraestructura del transporte /Superficie total inundada (Km <sup>2</sup> )
			Número de Infraestructuras críticas energéticas afectadas
			Número de Infraestructuras críticas de saneamiento afectadas
			Número de Infraestructuras críticas de comunicación afectadas
			Número de puertos que pierden operatividad por efecto del cambio climático
			Día de pérdidas de operatividad del puerto (m <sup>3</sup> /m s)Variación de la tasa de rebase sobre obras de protección
			Variación del índice de estabilidad de las obras de protección Número y porcentaje de obras de protección que pierden su funcionalidad por efecto del cambio climático
Sector turismo		m <sup>2</sup> de superficie de playa perdida por inundación o erosión Reducción potencial de usuarios por pérdida de superficie de playa	
Sector industria		Km <sup>2</sup> Área industrial afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada	
Sector agricultura, ganadería....		Km <sup>2</sup> Área agrícola y ganadera afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada	

Tabla 7. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del Cambio Climático



### 2.3. Factores de cambio considerados

La Estrategia considera los factores de cambio en la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa que se recogen en la siguiente tabla. Para estos factores de cambio se analizará, tanto los eventos extremos, como aquellos vinculados a la variabilidad climática y a los cambios de largo plazo.

FACTORES CLIMÁTICOS	INDICADOR (1)	TENDENCIAS (2)	PROYECCIONES (3)
Nivel del mar	Nivel del mar relativo local	Series históricas	Valores recomendados por el IPCC modificados y regionalizados
Tormentas (ciclones extratropicales)	Intensidad, frecuencia, trayectoria	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Viento	Intensidad, dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Olas	Intensidad dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Niveles del mar extremos	Nivel del mar total	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o calculados a partir de las series históricas de marea meteorológica y contribución del oleaje y proyecciones de nivel medio del mar regionalizadas
Temperatura del mar en superficie	Temperatura del mar medida en superficie	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o los recomendados por el IPCC
Aportaciones de agua dulce superficial y subterránea	Caudales y nivel freático	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o inferidos a partir de proyecciones de precipitaciones
Aumento de la concentración de CO <sub>2</sub> en el mar	Concentración de CO <sub>2</sub> , pH	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC

Tabla 8. Factores climáticos de cambio considerados en la Estrategia

- (1) El correspondiente al modelo del impacto que se desea evaluar, ya sea sus valores medios o extremos
- (2) Las tendencias se podrán obtener de series observadas o de reanálisis y preferentemente deberán considerar varias décadas
- (3) En ausencia de proyecciones regionales o locales o de alta incertidumbre se podrá realizar análisis de sensibilidad a la variación de los parámetros o utilizar tendencias extrapoladas para el corto plazo

Estos serán, inicialmente, los factores climáticos que se utilizarán en la Estrategia a la hora de establecer los efectos del cambio climático en la costa.



## 2.4. Determinación de escenarios y proyecciones

Los escenarios climáticos son aquellos recogidos por el IPCC en su último informe. Para el AR5 se corresponden con los RCPs.

Asimismo, si es posible se considerarán proyecciones de la vulnerabilidad asociada a los sistemas socioeconómicos, especialmente en lo referente a la población cuando exista información disponible para diferentes trayectorias socioeconómicas.

A la hora de abordar las proyecciones es necesario considerar que éstas serán utilizadas para realizar un análisis de riesgos por lo que es altamente recomendable utilizar toda la información disponible incluyendo aquellas proyecciones que conllevan incertidumbres o no totalmente consensuadas. Por ejemplo, los escenarios de aumento de nivel del mar, como factor de cambio principal en la costa, debería considerar valores superiores a los establecidos en la Tabla 4, no sólo por corresponder al nivel medio del mar global sino porque estas proyecciones son debidas a modelos de procesos en los que se ha priorizado los valores centrales de la distribución frente a los extremos. Sin embargo, existen otros valores de aumento del nivel medio del mar global derivados de aproximaciones semi-empíricas o a partir de datos paleoclimáticos que dan valores mucho mayores pero que, aunque han sido recogidos en el AR5, no han sido resaltados en el informe por falta de consenso.

## 2.5. Impactos incluidos

En primera instancia, la Estrategia considerará los siguientes impactos en la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa.

IMPACTOS	FACTORES INCLUIDOS
Inundación permanente y sus consecuencias	Nivel medio del mar
Inundación temporal y sus consecuencias	Nivel medio del mar, marea meteorológica y contribución del oleaje (run-up/set-up)
Erosión costera e impacto en sistemas dunares	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (cambio en altura y dirección), viento
Intrusión salina y cambios en el nivel freático	Nivel medio del mar, inundación por eventos extremos, precipitación, caudal
Cambios en humedales y marismas	Nivel medio del mar, caudal del río, nivel freático
Cambios en la operatividad y estabilidad en obras de protección de la costa	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (intensidad y dirección)
Cambios en la estratificación y circulación	Nivel medio del mar, caudales, salinidad, temperatura
Migración y mortalidad de especies costeras y de aguas de transición	Temperatura, nivel medio del mar, eventos extremos
Modificaciones en la calidad del agua y salinidad	Salinidad, temperatura, escorrentía, caudal, nivel freático eventos extremos
Alteración de las aportaciones sedimentarias de los ríos	Precipitación, caudal, escorrentía
Alteraciones de la circulación y aportaciones de nutrientes	Escorrentía, salinidad, caudal, temperatura
Cambios del pH del agua	Cambios en ph por absorción de CO <sub>2</sub>

Tabla 9. Impactos considerados en la Estrategia



Estos serán, inicialmente, los impactos que se utilizarán en la Estrategia a la hora de establecer los riesgos y las consecuencias del cambio climático en la costa.

## 2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias

Uno de los problemas fundamentales asociados a la evaluación de riesgos asociados al cambio climático radica en la falta de capacidad de asignar probabilidades de ocurrencia a las proyecciones de la peligrosidad y/o vulnerabilidad que componen el riesgo bajo los diferentes escenarios considerados. Sin embargo, fijando un periodo de referencia base, sí es posible establecer cuál es el incremento o disminución de riesgo con respecto al mismo.

Por tanto, en esta Estrategia se hará uso de los siguientes niveles de riesgo para cada escenario y horizonte considerado.

NIVEL DE RIESGO EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
BAJO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea < 10%
MEDIO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 10% y un 25%
ALTO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 25% y un 60%
MUY ALTO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 60% y un 90%
EXTREMO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea > 90%

Tabla 10. Niveles de riesgo considerados en la Estrategia





NIVEL DE CONSECUENCIAS EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
PEQUEÑAS	<p>En sistemas naturales: Sin daños en el estado/integridad del sistema. Daños o cambios menores en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema, recuperables de manera natural en corto plazo.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Sin daños sobre el estado/integridad del sistema o pérdidas económicas o de funcionalidad despreciables de muy corto plazo y fácilmente asumibles.</p>
MODERADAS	<p>En sistemas naturales: Sin daños o daños menores temporales sobre el estado/integridad del sistema o reducciones en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema recuperable de forma natural.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Sin daño o daños menores temporales sobre la integridad del sistema o pérdidas de funcionalidad/servicio o económicas que pueden ser restauradas.</p>
SEVERAS	<p>En sistemas naturales: Daños directos en el estado/integridad del sistema e importante pérdida de funcionalidad/servicios que no pueden restaurarse al 100% o requieren la intervención del hombre para su recuperación. En sistemas socioeconómicos: Daños directos e importantes en la estado/integridad del sistema e importante pérdida temporal o permanente parcialmente, de funcionalidad/servicio de los sistemas que conlleva elevadas pérdidas económicas y afcción sobre la actividad de la población. La recuperación no es factible al 100% salvo con importantes costes económicos no asumibles en algunos casos.</p>
IRREVERSIBLES	<p>En sistemas naturales: Pérdida permanente y no recuperable de hábitat, ecosistema o servicios ecosistémicos principales por mortalidad o por desaparición permanente de las condiciones naturales para su existencia.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Pérdida de vidas humanas y pérdida del estado/integridad del sistema con cese definitivo de funcionalidad /servicios o pérdidas económicas que no permiten su recuperación en las condiciones presentes.</p>

Tabla 11. Nivel de consecuencias negativas en ausencia de adaptación

Los niveles de consecuencias harán referencia, tanto al estado/integridad como a la funcionalidad/servicio de los sistemas/subsistemas naturales y socioeconómicos. De acuerdo con esta premisa los niveles de consecuencias en ausencia de adaptación se establecen de acuerdo con la tabla anterior. La evaluación de las consecuencias se realizará mediante la ponderación de los diferentes impactos considerados para cada horizonte y escenario considerados.

## 2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación

Antes de definir las posibles medidas es necesarios fijar dos criterios fundamentales: 1) el umbral de variación en el nivel de riesgo y/o consecuencias aceptables para un horizonte temporal y 2) la aproximación seguida para mantener los niveles por debajo de los umbrales anteriores mediante la implementación de las medidas de adaptación.

En cuanto al umbral de variación en el nivel de riesgo, la Estrategia se opta por mantener el nivel de riesgo del periodo base que se fija en el intervalo 2010-2014.

Es necesario puntualizar que no se considera reducir el umbral aceptable con respecto al del periodo base, dado que la atribución de la mayor parte de los impactos observados hasta el momento en la costa española son atribuibles, fundamentalmente, a la acción del hombre. Por tanto, la rigurosa aplicación de los principios



de sostenibilidad y de las directivas, estrategias, planes y programas ya existentes para la gestión de la costa española, deberían contribuir a reducir dicho umbral.

En cuanto al segundo de los factores, es decir, la aproximación a aplicar para el desarrollo de las medidas de adaptación, la Estrategia, opta por una adaptación flexible basada en la monitorización del riesgo y sus consecuencias, con intervenciones múltiples.

En el marco de incertidumbre, falta de conocimiento y capacidades, limitaciones económicas, falta de concienciación social y barreras administrativas asociadas al estado del arte del cambio climático en la costa, aquellas medidas que se implementen de manera flexible para mantener los umbrales de riesgo del periodo base, son aquellas que mejor pueden satisfacer los principios de sostenibilidad y objetivos marcados por la Estrategia. La adaptación flexible, se configura basándose en intervenciones múltiples, distribuidas en el espacio y en el tiempo y combinadas con la monitorización del riesgo y consecuencias. Esto permite además realizar un seguimiento de las medidas de adaptación que se vayan implementando, posibilitando analizar su nivel de funcionalidad, su eficiencia, aceptación social o efectos ambientales. La eficiencia será aún mayor, si las medidas de adaptación implementadas son funcionales para un amplio rango de escenarios mediante pequeñas intervenciones adicionales a lo largo del tiempo.

Esta aproximación al desarrollo de las medidas, favorece la selección e implementación de las mismas en un marco de menor incertidumbre; permite obtener el máximo beneficio de la evolución del conocimiento y capacidad técnica; se beneficia de la monitorización de la evolución de los elementos que componen el riesgo; favorece la introducción de medidas de adaptación más flexibles ante la evolución de los diferentes escenarios, con un mayor ratio de coste-eficacia y facilita un mejor ajuste al contexto económico existente y al esperable durante las próximas décadas.



### 3. MEDIDAS PROPUESTAS

La materialización de los objetivos anteriormente planteados, y con el marco planteado por las directrices generales expuestas, solo 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 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.

Asimismo, y en consonancia con la reciente Comunicación de la Comisión Europea: “Infraestructuras verdes: mejora del capital natural de Europa” (COM(2013) 249 final), de entre la lista siguiente, la Estrategia prioriza, en la medida de lo posible, aquellas medidas de adaptación basadas en soluciones naturales, dado que aportan beneficios ecológicos, económicos y sociales gracias a la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. En su defecto, se dará preferencia a soluciones que combinen infraestructuras verdes con otras para garantizar la reducción del riesgo.

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 las siguientes categorías:



OPCIONES DE ADAPTACIÓN: CATEGORÍAS		EJEMPLOS APLICABLES A LA COSTA ESPAÑOLA
Estructurales Físicas	Ingeniería	Obras de protección; regeneración de playas y dunas, adaptación de infraestructuras y equipamientos situadas en la costa, códigos de edificación
	Tecnología	Elaboración de diagnósticos con técnicas y datos de última generación, sistemas de alerta temprana, monitorización estandarizada de indicadores de cambio climático y sus impactos, introducción de cultivos con tolerancia a aguas salobres
	Basadas en ecosistemas	Restauración y conservación de humedales y marismas, incremento de la diversidad biológica, soluciones basadas en los servicios prestados por los ecosistemas costeros
	Servicios	Adaptación de infraestructuras asociadas a las provisión de servicios básicos a nivel municipal (agua, electricidad, transporte, comunicaciones)
Sociales	Educación	Concienciación e integración en programas educativos, formación y capacitación técnica, creación de plataformas de intercambio de información y buenas prácticas, creación de redes de cooperación e investigación, celebración de eventos, talleres, conferencias específicas
	Información	Elaboración de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo; generación de bases de datos de alta resolución de indicadores fundamentales; sistemas de alerta y respuesta temprana; monitorización sistemática de la costa; elaboración de nuevas proyecciones de alta resolución para la costa española; desarrollo de nuevos escenarios
	Comportamiento	Acomodación; protocolos de evacuación; retroceso; relocalización; diversificación de actividades en zonas costeras; cambios en prácticas agrícolas y ganaderas
Institucionales	Economía	Incentivos financieros incluido impuestos y subvenciones; seguros; evaluación económica de los servicios prestados por ecosistemas
	Leyes y regulaciones	Planificación territorial; códigos de construcción y edificación; gestión del agua; protección civil; gestión de concesiones; áreas protegidas
	Políticas y programas gubernamentales	Planes sectoriales; planes de adaptación multinivel (de local a internacional); programas de gestión de riesgos; gestión integrada de zonas costeras; gestión de cuencas hidrográficas; directivas;

Tabla 12. Clasificación de las categorías de opciones de adaptación. IPCC-AR5.



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

- de protección
- de acomodación
- 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.

Las opciones de acomodación son aquellas que manteniendo los elementos en riesgo potencial en las zonas afectadas, priorizan la reducción de la vulnerabilidad de los mismos mediante la modificación de usos del suelo, la introducción de normativa específica para las infraestructuras y viviendas o la adopción de medidas que aumenten la preparación de los elementos afectados ante los posibles impactos.

Finalmente, las opciones de retroceso se basan en el abandono planificado de las zonas susceptibles de verse afectadas por los impactos del cambio climático o de los riesgos extremos.

Dentro de cada una de ellas existen diferentes alternativas que pueden aplicarse de forma individual o combinada y cuya implementación dependerá de las capacidades tecnológicas, y los marcos legal y financiero así como de las políticas de gestión de la costa vigentes en cada momento.

Evidentemente, cualquiera de las opciones que se consideran dentro de esta clasificación se puede incluir dentro de las categorías incluidas en la Tabla 12.

A continuación, se define en la Tabla 13 las opciones de adaptación consideradas dentro de la Estrategia. Dentro de esta Tabla, se califican con la categoría "otras", aquellas medidas que no tienen una implicación directa de protección, acomodación o retroceso, o aquellas, cuya implementación podría suponer cualquiera o una combinación de ellas.



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	<p>La realización del diagnóstico actual y la evolución temporal de riesgo debido a los efectos del cambio climático y de los eventos extremos en las costas españolas se dirige principalmente a evaluar los principales impactos que éstos pueden producir, tanto en los sistemas naturales como en los sistemas socioeconómicos localizados en la costa, muy especialmente en aquellos sectores estratégicos para la sociedad española y en las infraestructuras. El diagnóstico incluirá, al menos, los impactos de inundación y erosión en los sistemas costeros y preferentemente todos los recogidos en la tabla 9.</p> <p>El diagnóstico se formulará mediante una metodología en términos de riesgo considerando, por tanto, la peligrosidad de los factores climáticos inductores de cambios, de acuerdo con la tabla 9 así como la exposición y vulnerabilidad de los receptores de los impactos. Además de los riesgos y consecuencias para el periodo temporal fijado como línea de base, el diagnóstico establecerá los riesgos y consecuencias proyectadas para medio y largo plazo sobre la base de las proyecciones de la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición que se puedan obtener con base en la información científico-técnica disponible, acotando las incertidumbres y formulando el diagnóstico en términos útiles para la toma de decisiones incluida su valoración económica.</p> <p>Para aquellas zonas del litoral español en las que el nivel de riesgo de cambio climático obtenido en el diagnóstico general alcance la categoría de "Muy Alto", se harán diagnósticos específicos de alta resolución con modelos de impacto más complejos y bases de datos de alta resolución que contribuyan a reducir aún más las posibles incertidumbres en el establecimiento de las consecuencias y permitan un mejor análisis del plan de adaptación.</p> <p>Los diagnósticos realizados cubrirán todo el dominio público marítimo-terrestre del litoral español al que se añadirá una franja adicional del territorio donde los procesos costeros sean dominantes con el fin caracterizar adecuadamente los riesgos en la costa española.</p> <p>Los diagnósticos se repetirán con la periodicidad quinquenal, con el fin de hacer un seguimiento de la evolución de los mismos así como de incorporar las últimas bases de datos y las mejoras en el conocimiento científico-técnico. El diagnóstico incluirá una categorización de los riesgos y de las consecuencias utilizando los criterios establecidos en las tablas 10 y 11.</p>
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	<p>Dadas las incertidumbres asociadas a las proyecciones y posible evolución de los riesgos climáticos en la zona costera, la Estrategia promoverá la puesta en marcha de un plan de monitorización de la costa española en la que se determinarán los parámetros e indicadores, las técnicas, la frecuencia y el tipo de análisis de los datos que es necesario realizar para seguir la evolución de las proyecciones realizadas y mejorar los nuevos diagnósticos que se vayan realizando con el paso del tiempo y adecuando, de una manera flexible, las medidas de adaptación a las necesidades reales.</p> <p>Esta monitorización será complementaria con la llevada a cabo por otras instituciones o agencias de la AGE como OPPE, AEMET o IEO y se centrará fundamentalmente en la monitorización de los impactos en la costa. Se promoverá el uso de tecnologías basada en la teledetección.</p>



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	Se trabajará en coordinación con Protección Civil, tanto a nivel nacional como con las Comunidades Autónomas, además de con AEMET para su implantación y operación.
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>Esta opción 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 aunque también protege frente a la inundación. Es una medida efectiva aunque no definitiva si el origen de la erosión no se ataca directamente. Compatible con el concepto de infraestructura verde</p>
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>Esta opción considera la regeneración de playas y sistemas dunares artificiales que contribuyan a la protección de la costa.</p>



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li></ul> <p>En este aspecto se favorecerá el mantenimiento del buen estado ecológico de las masas de agua superficiales y subterráneas que aseguran la conservación de humedales y marismas.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>Este tipo de medida contribuye a reducir la erosión y la inundación además de generar nuevos hábitat y proveer de innumerables beneficios ambientales. A diferencia de lo que sucede con estructuras rígidas, los humedales y marismas tiene la posibilidad de adaptarse de manera autónoma al aumento del nivel del mar siempre y cuando no existan limitaciones para su migración hacia el interior y que el aumento del nivel del mar se produzca a tasas no muy elevadas.</p> <p>Compatible con el concepto de infraestructura verde</p>
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>Entre las actuaciones específicas a considerar se encuentra la evaluación del balance sedimentario en unidades fisiográficas con erosión; la implementación de medidas para restablecimiento del transporte de sedimentos en tramos del litoral en erosión o el análisis de yacimientos para aportaciones de sedimento en zonas deficitarias.</p>





CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
				En la determinación del diagnóstico y la implementación de proyectos de adaptación específicos, se analizará el aporte fluvial y litoral de sedimentos y su posible afección sobre la morfodinámica del sistema así como en el mantenimiento de la biodiversidad. Compatible con el concepto de infraestructura verde
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b> . El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país. <b>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.</b> El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos: Reducir la exposición de la costa frente al mar Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros Mejora del conocimiento y la investigación Iniciativas de concienciación y divulgación La ventaja de este tipo de medida radica en su gran capacidad de protección frente a la inundación y erosión siempre que su diseño sea adecuado y muy especialmente frente a eventos extremos. Entre sus ventajas se encuentran su capacidad de proteger ocupando un espacio reducido y su larga vida útil con un adecuado mantenimiento, haciendo que estén especialmente indicados para proteger zonas urbanas o de alta vulnerabilidad. Como desventaja fundamental ofrecen la desnaturalización de la línea de costa pudiendo generar alternaciones en los procesos costeros.
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b> . El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país. <b>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.</b> El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos: Reducir la exposición de la costa frente al mar Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros Mejora del conocimiento y la investigación Iniciativas de concienciación y divulgación



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	Ingeniería	Acomodación	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>El objetivo fundamental de esta medida es reducir o impedir el impacto de la inundación en infraestructuras y edificios situados en zonas inundables. Entre otras se pueden considerar diseños específicos, el uso de materiales que hagan las infraestructuras más resilientes al efecto de la inundación o medidas de prevención para impedir que la inundación impacte a las infraestructuras o edificios.</p>
11	Normativa y códigos de adecuación	Ingeniería Leyes y regulación	Acomodación	<p>Se colaborará coordinadamente con las entidades competentes para la introducción en nuevas o normativas existentes de criterios para la acomodación de infraestructuras e instalaciones en zonas inundables o en erosión en zona de DPMT. Esta medida está muy vinculada a la anterior.</p>
12	Introducción de seguros y primas específicas	Economía	Acomodación	<p>Se colaborará con empresas del sector de los seguros y reaseguros en el análisis de posibles productos específicos para los riesgos derivados del cambio climático en zonas costeras. Esta medida está vinculada indirectamente a la número 10.</p>
13	Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	<p>Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b>. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.</p> <p><b>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.</b></p> <p>El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Reducir la exposición de la costa frente al mar</li><li>Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros</li><li>Mejora del conocimiento y la investigación</li><li>Iniciativas de concienciación y divulgación</li></ul> <p>Este tipo de medida contribuye, entre otras cosas, a reducir la inundación y la erosión a través de un proceso</p>



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
				deliberado de modificar las defensas actuales para permitir la inundación de zonas protegidas. Su aplicación está indicada en tramos de la costa en los que los elementos protegidos tienen baja vulnerabilidad o son fácilmente relocalizables. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
14	Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del <b>Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015</b> . El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país. <b>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.</b> El Plan PIMA Adapta pretende, entre otros los siguientes objetivos: Reducir la exposición de la costa frente al mar Mantener el buen estado de los ecosistemas costeros Mejora del conocimiento y la investigación Iniciativas de concienciación y divulgación Este tipo de medida contribuye, entre otras cosas, a reducir la inundación y la erosión a través de un proceso deliberado de modificar las defensas actuales para permitir la inundación de zonas protegidas. Por tanto, esta medida modifica la línea de costa y favorece la creación, por ejemplo, de nuevas zonas intermareales entre la antigua y nueva línea de defensa de la costa. Aunque ofrece grandes ventajas al tratarse de una medida basada en los servicios que proveen los ecosistemas asociados, requiere mucha superficie y la relocalización de algunas instalaciones o infraestructuras actualmente protegidas. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
15	Adquisición de terrenos	Comportamiento	Retroceso	Se analizará la viabilidad legal y económica de poner en marcha un programa de adquisición de terrenos en el litoral, con objeto de reforzar la protección de la costa mediante la incorporación al DPMT de nuevos espacios que pueden verse afectados por el cambio climático. Esta medida está muy vinculada a las dos anteriores. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
16	Cambios en el uso del suelo	Comportamiento Leyes y regulación	Acomodación	Se trabajará coordinadamente con las autoridades competentes para fomentar cambios en los usos del suelo en las zonas del litoral, con el fin de reducir la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio climático. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
17	Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas	Ecosistemas Leyes y regulación Comportamiento	Retroceso	Dentro de las competencias del MAGRAMA y en coordinación con otros agentes, se fomentará la introducción de medidas que contribuyan a favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y la creación de nueva áreas intermareales fomentando así los servicios de protección basados en ecosistemas. En el caso de humedales confinados, se considerará la realineación o relocalización de los



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
	áreas intermareales			elementos de confinamiento, salvo que se trate de zonas urbanas compactas o infraestructuras estratégicas o bien que sea posible la conservación de los humedales mediante otro tipo de actuaciones. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
18	Capacitación y concienciación	Educación Información	Otras	Desde MAGRAMA se promoverán acciones de capacitación para técnicos y especialistas y profesionales de las administraciones y del sector privado en forma de cursos, talleres o publicaciones que favorezcan una mejor aplicación del conocimiento y experiencia existente para conseguir una mejor adaptación al cambio climático en la costa, así como para hacer frente a las consecuencias de los eventos extremos. Asimismo, se promoverán acciones conducentes a la concienciación social y a la de los diferentes agentes que tienen intereses en la costa. Por su naturaleza, se fomentará que las acciones de capacitación y concienciación se realicen en colaboración con agentes públicos y privados. Este tipo de actuaciones se contemplan dentro del PIMA Adapta
19	Reducción de barreras y limitaciones	Información Educación Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales	Otras	Se promoverán acciones para reducir las barreras y limitaciones de la adaptación en la costa debido a la falta de conocimiento científico o tecnológico mediante iniciativas de I+D+i conjuntas con otras entidades de la AGE o con entidades privadas. Asimismo, se promoverá la creación de grupos de trabajo interministeriales que analicen la viabilidad de reducir las barreras financieras, administrativas, institucionales, jurídicas, sociales o culturales que impiden el desarrollo de algunas de las opciones de adaptación en la costa.
20	Integración en la toma de decisiones	Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales Información Economía	Otras	Favorecer la integración de la adaptación al cambio climático en la toma de decisiones a todos los niveles institucionales supone reducir una gran parte de las barreras y limitaciones con las que se encuentra la planificación y la implementación de la adaptación al cambio climático en la costa. Por ello, la Estrategia pretende promover acciones que permitan integrar la adaptación al cambio climático en la costa desde la administración local hasta otras entidades de la AGE con competencias en la costa. Introducir la variable cambio climático y su adaptación en la planificación y ordenación territorial, el desarrollo de infraestructuras y servicios, la planificación ambiental, la gestión de riesgos o la gestión integrada de las zonas costeras es esencial para favorecer una correcta adaptación y a tiempo.
21	Investigación	Información	Otras	El MAGRAMA colaborará con entidades públicas y privadas financiadoras de I+D+i en la identificación de aspectos crítico del conocimiento que son necesarios para garantizar una adecuada adaptación de la costa al cambio climático. Asimismo, y si existe disponibilidad presupuestaria para ello financiará o co-financiará estudios y proyectos destinados a mejorar el conocimiento, las metodologías, herramientas o datos necesarios para una gestión eficiente de las estrategias de adaptación en la costa española. El MAGRAMA colaborará con centros y agentes de investigación españoles en el desarrollo de proyectos de investigación destinados a la adaptación de la costa. Los términos de la colaboración se establecerán proyecto a proyecto. Este tipo de actuaciones se contemplan dentro del PIMA Adapta Se emprenderán acciones específicas para fomentar la implantación del concepto de infraestructuras verdes y soluciones híbridas o combinadas.



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
22	Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros	Economía Información	Otras	El MAGRAMA fomentará y colaborará en el desarrollo de estudios destinados a la evaluación de los servicios prestados por los ecosistemas costeros e integrará en sus análisis de coste-beneficio para la implementación de medidas de adaptación el papel de dichos servicios, siempre y cuando, exista información disponible. Este tipo de actuaciones se contemplan dentro del PIMA Adapta. Esta medida es esencial para impulsar la implementación eficiente de infraestructuras verdes.
23	Relocalización	Comportamiento	Retroceso	El MAGRAMA considerará dentro de sus opciones de adaptación la relocalización de actividades, infraestructuras y edificios en combinación con otras medidas como la 15, 16, 17 o 24 y 25. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
24	Gestión de concesiones	Políticas y programas de la administración	Acomodación Retroceso	El MAGRAMA desarrollará los instrumentos necesarios para implementar el efecto del cambio climático en la gestión de concesiones en el DPMT. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
25	Áreas protegidas	Políticas y programas de la administración	Otras	El MAGRAMA fomentará iniciativas para contribuir a mejorar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad de áreas protegidas frente al cambio climático. Este tipo de actuaciones se contemplan dentro del PIMA Adapta. Compatible con el concepto de infraestructura verde.
26	Gestión integrada de zonas costeras	Políticas y programas de la administración	Todas	La gestión integrada de zonas costeras (GIZC) será el marco fundamental que el MAGRAMA utilizará para establecimiento de medidas de adaptación. La GIZC es un proceso de largo plazo, institucionalizado e iterativo que promueva la integración de las actividades en la costa, los agentes públicos y privados y sectores relevantes para hacer una gestión sostenible de la costa. El MAGRAMA promoverá medidas en diferentes ámbitos que faciliten la integración del cambio climático en la GIZC y favorezcan la implementación de la adaptación. Compatible con el concepto de infraestructura verde.

Tabla 13. Opciones de Adaptación seleccionadas por la Estrategia.



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A5, A6, A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, I1
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, S1, S2, S3, S4, I1
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	A2, A3, A11, C1, C2,
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	Ingeniería	Acomodación	A2, A3, A4, A6, A7, A10, A11
11	Normativa y códigos de adecuación	Ingeniería Leyes y regulación	Acomodación	A7, A8
12	Introducción de seguros y primas específicas	Economía	Acomodación	A5, A7, A8
13	Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
14	Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
15	Adquisición de terrenos	Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
16	Cambios en el uso del suelo	Comportamiento Leyes y regulación	Acomodación	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
17	Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales	Ecosistemas Leyes y regulación Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11



CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA
18	Capacitación y concienciación	Educación Información	Otras	A11, A12, D2,D3, D4, P1, P2 C1, C2
19	Reducción de barreras y limitaciones	Información Educación Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales	Otras	D1, D2, D4, P1, P2, C1, C2, A9, A11, A12, A13
20	Integración en la toma de decisiones	Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales Información Economía	Otras	C2, A7, A8, A9, A11, A12, S1, S4 , A13
21	Investigación	Información	Otras	D1, D4, A, 5, I1, A13
22	Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros	Economía Información	Otras	D1, D2, D4, C1, C2, A1, A4, A5, A6, A9, A10, A12, S2, I1
23	Relocalización	Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A8, A10, A11
24	Gestión de concesiones	Políticas y programas de la administración	Acomodación Retroceso	A1, A2, A3, A4, A8, A10, A11
25	Áreas protegidas	Políticas y programas de la administración	Otras	A1, A3, A4, A8, A10, A11
26	Gestión integrada de zonas costeras	Políticas y programas de la administración	Todas	TODAS

Tabla 14. Relación entre las medidas propuestas y los objetivos de la Estrategia.



## **TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO**

### **1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS**

La selección y priorización de las opciones a implementar es importante dado que no todas las medidas son posibles debido a limitaciones técnicas, económicas, ambientales o administrativas. Es más, alguna de ellas, implementadas sin una visión integradora pueden conducir a una mala práctica de adaptación con consecuencias negativas. Asimismo, la viabilidad de unas u otras medidas de adaptación dependen del horizonte temporal en que se desea que sean efectivas y del escenario para el que se diseñan.

Por todo ello, el análisis coste-eficacia de las medidas es un instrumento a tener en cuenta a la hora de seleccionar las medidas, así como de establecer una priorización en la ejecución de las mismas.

Cualquiera de las técnicas que se han venido utilizando hasta ahora para la selección de las medidas de adaptación, ya sea un análisis de coste-beneficio o multi-criterio, presentan ventajas y limitaciones por lo que no puede decirse que exista una práctica única y consensuada internacionalmente para su uso en exclusiva en el marco de esta Estrategia.

Para un horizonte temporal y escenario dado, para cada una de las áreas, sectores o sistemas que superen el umbral de riesgo o consecuencias negativas aceptables identificadas en los diagnósticos realizados, se seleccionará un conjunto de posibles opciones de adaptación que serán priorizadas para su implementación. Para ello, se utilizará un marco de toma de decisiones que tenga en cuenta, entre otros: las consecuencias de no actuar en el horizonte de medio plazo; la factibilidad de alcanzar los objetivos de adaptación marcados en un horizonte temporal dado mediante el uso de una de las opciones de adaptación o varias de forma combinada; los beneficios adicionales o co-beneficios que ofrece cada opción; la viabilidad técnico-económica; los posibles impactos ambientales y la aceptación social. Para ello se utilizarán técnicas de análisis de coste-beneficio, multicriterio o equivalente.

Obsérvese, sin embargo, que en el análisis de coste beneficio, habrá que considerar la importante heterogeneidad en las características, efecto y plazo efectivo de las diferentes medidas consideradas. Por ejemplo, las soluciones basadas en infraestructuras de protección, consiguen un efecto contrastable en muy corto plazo, pero sus consecuencias ambientales de medio y largo plazo pueden ser no deseadas y su coste elevado. Las opciones basadas en ecosistemas o infraestructuras verdes, de planificación territorial o planificación hidrológica puede que no sean eficaces al 100% en el corto plazo a la hora de reducir las consecuencias del cambio climático, pero en el medio y largo plazo pueden ser más efectivas, ambientalmente más adecuadas y suponer una reducción de costes considerable.

Por ello, y en consonancia con la reciente Comunicación de la Comisión Europea: “Infraestructuras verdes: mejora del capital natural de Europa” (COM(2013) 249 final) o el documento de trabajo “Adaptación al Cambio Climático, aspectos marinos y costeros” (SWD(2013) 133 final) la Estrategia promueve la priorización de medidas de adaptación basadas en soluciones naturales (infraestructuras verdes) o, en su defecto, soluciones que combinen infraestructuras verdes con otras para garantizar la reducción del riesgo o consecuencias, siempre y cuando sea posible.

Una vez realizada la priorización, se redactará el número de proyectos necesarios para su implementación de acuerdo con los procedimientos habituales que el MAGRAMA fija para sus actuaciones en la costa.





## 2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO

Una vez analizadas las medidas priorizadas se detalla cuáles son las posibles opciones de financiación que permitirán su implementación. Dado el alcance y las implicaciones de la Estrategia se establecen unas alternativas de financiación que pretenden emplear una combinación de financiación pública y privada. La primera, con base en los capitales públicos, y la segunda con base en las inversiones de entidades privadas. Es el tipo de medidas lo que marcará cuál es el origen de dichos fondos, aunque para algunas de dichas medidas, ambas fuentes de financiación son compatibles.

Entre las fuentes de financiación con fondos públicos se plantean varias opciones entre las que se encuentran:

- El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente a través de los presupuestos de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y de la Oficina Española de Cambio Climático que contribuirán de manera fundamental al desarrollo de esta Estrategia.
- Fondos propios de las Confederaciones Hidrográficas en aquellas actuaciones que tienen implicaciones directas sobre el curso bajo de los ríos, estuarios o marismas.
- También se podrá hacer uso de lo establecido en el documento “Marco de Acción Prioritaria para la financiación de la Red Natura 2000 en España 2014-2020”, instrumento de planificación que tiene por objeto integrar la financiación de la Red Natura 2000 en los instrumentos financieros de la UE, que contempla un conjunto de prioridades de conservación específicas para tipos de hábitat y especie en ecosistemas costeros y marinos en sintonía con los objetivos de la estrategia.
- Establecimiento de convenios bilaterales específicos con las Comunidades Autónomas en los que se concretarán programas de actuación conjuntos, los compromisos de las partes y los instrumentos financieros para afrontar dichos programas conducentes a alcanzar objetivos concretos establecidos en la Estrategia.
- Fondos Europeos, como el H2020, otros fondos e instrumentos europeos potencialmente aplicables al desarrollo de la Estrategia (FEDER, FEMP, etc) y en especial aquellos provenientes del Programa LIFE, único instrumento financiero de la Unión Europea dedicado, exclusivamente, al medio ambiente.
- Cualquier otra fuente nacional o internacional dentro de cuyos objetivos se encuentre la adaptación al cambio climático

Existen otras fuentes de financiación de naturaleza privada que pueden contribuir a desarrollar algunas de las líneas de actuación propuestas en la Estrategia. Gracias a la importancia que la Responsabilidad Social Corporativa está cobrando en el sector empresarial español y sus repercusiones desde el punto de vista fiscal y social, la implicación de la empresa española en proyectos y programas de carácter ambiental es cada vez mayor. Todo esto lleva a pensar que muchas de las actuaciones planteadas en la Estrategia puedan ser financiadas a través de acuerdos de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y empresas, fundaciones, ONGs y obras sociales de Cajas de Ahorro, especialmente, aquellas en el marco de la concienciación, formación, capacitación o investigación.



El MAGRAMA incluirá en sus presupuestos anuales asignaciones presupuestarias para la implementación de medidas de adaptación a través de proyectos anuales o plurianuales para satisfacer los objetivos fijados en la alternativa seleccionada preferentemente hasta el año 2050.

### **3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA**

#### **3.1. Objetivo del programa de seguimiento**

El objetivo del programa de seguimiento de la Estrategia es obtener información acerca del grado de cumplimiento de los objetivos propuestos y, por tanto, de la eficacia de la implementación de las medidas propuestas. Dentro del programa de seguimiento se consideran dos aspectos: el seguimiento general de la implementación y el seguimiento ambiental.

### 3.2. Indicadores de seguimiento general

Los indicadores de seguimiento general contribuyen a analizar el grado de consecución de la implementación de la Estrategia y pretenden contribuir a analizar el nivel de ejecución alcanzado de manera cuantitativa.

Entre otros, se consideran los siguientes:

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	- Número de diagnósticos globales realizados - Número de diagnósticos de alta resolución realizados
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	- km de costa cubiertos con monitorización sistemática
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	- Número de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación implementados - km de costa con sistema de alerta temprana y protocolo de evacuación - Número de personas asociadas a sistemas de alerta temprana - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	- Número de playas regeneradas - m1 de playas regeneradas - m2 de playa regenerada - Número de sistemas dunares regenerados - m3 de arena destinados a regeneración de playas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	- Número de playas regeneradas - m1 de playas regeneradas - m2 de playa regenerada - Número de sistemas dunares regenerados - m3 de arena destinados a regeneración de playas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	- número de actuaciones de restauración de humedales y marismas - incremento de superficie de humedales y marismas en conservación o restauradas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*) -

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	- número de actuaciones de gestión de sedimentos - m3 de transporte de arena restaurado - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	- Número de estructuras de defensa construidas - ml de línea de costa protegida mediante nuevas estructuras - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	- Número de estructuras de defensa construidas - ml de línea de costa protegida mediante nuevas estructuras - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	Ingeniería	Acomodación	- Número de infraestructuras intervenidas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
11	Normativa y códigos de adecuación	Ingeniería Leyes y regulación	Acomodación	- Número de normativas y códigos modificados
12	Introducción de seguros y primas específicas	Economía	Acomodación	- Número de colaboraciones - Número de productos específicos creados
13	Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	- km de costa con realineación - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
14	Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	- km de costa con realineación - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
15	Adquisición de terrenos	Comportamiento	Retroceso	- Superficie de terreno adquirido para retroceso - € invertidos en adquisición de terrenos - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
16	Cambios en el uso del suelo	Comportamiento Leyes y regulación	Acomodación	- Superficie de terreno con usos de suelo modificado - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
17	Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales	Ecosistemas Leyes y regulación Comportamiento	Retroceso	- Nueva superficie de área intermareal generada - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
18	Capacitación y concienciación	Educación Información	Otras	- Número de eventos/materiales de divulgación de capacitación y concienciación - Número de personas implicadas en eventos de capacitación y concienciación
19	Reducción de barreras y limitaciones	Información Educación Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales	Otras	- Número de barreras, limitaciones identificadas - Número de barreras, limitaciones superadas

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
20	Integración en la toma de decisiones	Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales Información Economía	Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de procesos de integración del cambio climático en la toma de decisiones</li> <li>- Número de reuniones de coordinación y participación social</li> <li>- Número de agentes sociales implicados</li> </ul>
21	Investigación	Información	Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de proyectos de investigación financiados/promovidos o co-financiados</li> <li>- Financiación €/año para investigación movilizada</li> </ul>
22	Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros	Economía Información	Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de sistemas naturales costeros para los que se han cuantificado los servicios ecosistémicos</li> </ul>
23	Relocalización	Comportamiento	Retroceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- superficie liberada por relocalizaciones</li> <li>- inversión €/año en relocalizaciones</li> <li>- % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)</li> </ul>
24	Gestión de concesiones	Políticas y programas de la administración	Acomodación Retroceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numero de concesiones modificadas para favorecer la adaptación</li> <li>- Superficie o ml de costa afectada por modificaciones en la gestión de concesiones para favorecer la adaptación</li> <li>- % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)</li> </ul>
25	Áreas protegidas	Políticas y programas de la administración	Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento del número de áreas protegidas</li> <li>- km2 de incremento de áreas protegidas</li> <li>- % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)</li> </ul>
26	Gestión integrada de zonas costeras	Políticas y programas de la administración	Todas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de proyectos con un enfoque GIZC</li> </ul>

Tabla 15. Relación de indicadores de seguimiento de la Estrategia

(\*) La metodología para evaluar el % de reducción de riesgo o de consecuencias se establece en la “Guía para la evaluación de riesgos y adaptación al cambio climático en el litoral español” que está siendo redactada por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar como parte del desarrollo de la Estrategia.



### 3.3. Indicadores de seguimiento ambiental

Para conseguir el objetivo establecido, cada uno de los proyectos de implementación de medidas de adaptación incluirá su propio plan de seguimiento para cada una de las medidas de adaptación implementadas y en su conjunto, con el fin de hacer un seguimiento de su eficacia y de su evolución en un entorno cambiante. Esto permitirá garantizar su funcionalidad e impedir la implementación de medidas de adaptación que acaben generando efectos indeseados, así como evaluar su contribución a los objetivos ambientales propuestos en la Estrategia.

Los proyectos de implementación incluirán un anexo en el que se especificará el plan de seguimiento incluyendo las técnicas, frecuencia y tipo de análisis requerido de los indicadores seleccionados propios, así como aquellos indicadores propuestos en el apartado 5 pertenecientes a los objetivos de la Estrategia que sean relevantes.

Coincidiendo con cada nuevo diagnóstico de evaluación, se realizará una evaluación de los indicadores de seguimiento de la Estrategia a través de los indicadores señalados en la Tabla 15 e identificados en el apartado 5. En dicha tabla se incluyen, además: el dato medido, el correspondiente al primer diagnóstico para el periodo de base, que corresponde también al valor objetivo de acuerdo con la alternativa seleccionada lo que permitirá evaluar la desviación del objetivo y la tendencia del indicador.



COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADORES	FUENTES POSIBLES	VALOR PERIODO DE BASE	VALOR MEDIDO	VALOR ESPERADO	GRADO DE CUMPLIMIENTO (%)
<b>AIRE-CLIMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI)</li> <li>• Emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes y precursores del ozono troposférico.</li> <li>• Emisiones de partículas.</li> </ul> (ENTRE OTROS)	Cada actuación asociada a la Estrategia evaluará su propia huella de carbono y facilitará esta información al MAGRAMA Inventario Nacional de Emisiones				
<b>AGUA, COSTAS Y MEDIO MARINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de masas de agua superficiales (ríos, embalses) con influencia fluvial-marino, en las que se controla el cumplimiento del régimen de caudales ambientales.</li> <li>• Número de masas de aguas costeras y subterráneas con problemas de intrusión salina.</li> <li>• Número y porcentaje respecto al total de masas de aguas superficiales costeras, evaluadas en la categoría de buen estado o mejor.</li> <li>• Número y porcentaje respecto al total de masas de aguas subterráneas que alcanzan el buen estado.</li> <li>• Número y porcentaje de masas de agua artificiales y muy modificadas (aguas confinadas en los puertos o algunas masas de agua costeras sometidas a fuertes alteraciones hidromorfológicas) con “buen potencial ecológico y buen estado químico”.</li> <li>• Días de operatividad de los puertos (días)</li> </ul> (ENTRE OTROS)	MAGRAMA PLANES HIDROLÓGICOS DE LAS DEMARCACIONES PLANES DE GESTIÓN DE RIESGOS DE INUNDACIÓN AUTORIDADES PORTUARIAS				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de la costa actual (km)</li> <li>• Regresión de la línea de la costa (m)</li> <li>• Balance sedimentario de las playas (m3)</li> <li>• Longitud de costa actual que corresponde a playas (km)</li> <li>• Incremento del nivel del mar (m)</li> <li>• Número y porcentaje respecto al total, de infraestructuras de defensa instaladas en la costa.</li> <li>• Número y porcentaje de obras de protección que pierden su funcionalidad por la subida del nivel del mar.</li> <li>• Superficie adquirida e incorporada al DPMT (m2)</li> </ul>	MAGRAMA				



COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADORES	FUENTES POSIBLES	VALOR PERIODO DE BASE	VALOR MEDIDO	VALOR ESPERADO	GRADO DE CUMPLIMIENTO (%)
<b>AGUA, COSTAS Y MEDIO MARINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud deslindada (km)</li> <li>• Longitud de estructuras marítimas implantadas (m)</li> <li>• Superficie protegida o rehabilitada de humedales y tramos fluviales costeros (m2)</li> <li>• Superficie protegida o rehabilitada de sistemas dunares costeros (m2)</li> <li>• Superficie de áreas degradadas recuperadas o restauradas (m2)</li> <li>• Extensión de la inundación (km2)</li> <li>• Nivel de agua (m)</li> <li>• Nivel freático (m)</li> <li>• Número de personas que pueden verse afectadas</li> <li>• Tipo de actividad económica que puede verse afectada (m2 por uso de suelo)</li> <li>• Número de instalaciones críticas afectadas (ENTRE OTROS)</li> </ul>					
<b>VEGETACIÓN FAUNA ECOSISTEMAS BIODIVERSIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número y porcentaje de áreas protegidas en la franja litoral, costera y marina por CCAA.</li> <li>• Número de zonas húmedas costeras (franja litoral y DMPT).</li> <li>• Porcentaje de masas de agua costeras muy modificadas y artificiales por categorías de masas de agua.</li> <li>• Número de programas, planes o actuaciones de seguimiento y erradicación de especies exóticas invasoras en las zonas costeras (valor cualitativo).</li> <li>• Superficie forestal asociada a la franja litoral y DPMT.</li> <li>• Número de especies amenazadas de la fauna marina asociada a la franja litoral y DPMT.</li> </ul> (ENTRE OTROS)	MAGRAMA				
<b>GEOMORFOLOGÍA, PAISAJE Y PATRIMONIO CULTURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de suelo afectada por erosión. (Índice en función de año base (2002) = 100) PMA)</li> <li>• Evolución de la superficie de suelo urbano (Índice en función de año base (2006) = 100) (PMA)</li> </ul>	MAGRAMA				





COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADORES	FUENTES POSIBLES	VALOR PERIODO DE BASE	VALOR MEDIDO	VALOR ESPERADO	GRADO DE CUMPLIMIENTO (%)
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evolución del patrimonio histórico protegido (nº de elementos de Interés Cultural) (PMA)</li><li>• Número de proyectos y superficie total de reforestación que modifican el riesgo de sufrir procesos erosivos</li><li>• Km de eliminación de barreras longitudinales</li><li>• Km de retranqueo de defensas</li><li>• Km de río conectado por eliminación de barreras transversales</li><li>• Km de recuperación de cauces antiguos</li></ul> <p>(ENTRE OTROS)</p>					

Tabla 16. Indicadores de seguimiento ambiental de las medidas de adaptación



#### 4. COORDINACIÓN

La adaptación de la costa a los efectos del cambio climático es una cuestión compleja que requiere la implicación, coordinación y cooperación de todas las administraciones para que implementen, en el ámbito de su competencia, medidas de adaptación en consonancia con los objetivos planteados por el MAGRAMA para el Dominio Público Marítimo Terrestre.

Además, la Estrategia debe constituir un elemento eficaz para la cooperación y coordinación en materia de adaptación al cambio climático y reducción de riesgos en zonas costeras entre la Administración General del Estado, las Comunidades Autónomas y las administraciones locales así como entidades privadas con actividad en las zonas costera.

Actualmente, de la coordinación entre las administraciones, del seguimiento de los efectos del cambio climático y del desarrollo de medidas de adaptación se encarga la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático. Se considera conveniente que la Dirección General para la Sostenibilidad de la Costa y del Mar junto con la Oficina Española de Cambio Climático informen periódicamente a la citada Comisión sobre los avances en la implantación de la Estrategia con la finalidad de facilitar la adaptación a las presiones del cambio climático y coordinar la estrategia con el resto de planes, estrategias y programas con los que concurra territorialmente.



## 5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

Con el fin de alcanzar los objetivos fijados por la Estrategia es necesario facilitar un conjunto de herramientas y/o instrumentos que favorezcan la consecución rápida y eficiente de los mismos.

Entre ellas, se encuentran las siguientes:

- Web del IPCC <http://www.ipcc.ch/> donde se encuentran los últimos informes emitidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático
- Web Climate Adapt: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/> plataforma de intercambio de información de proyectos de Adaptación al Cambio Climático de la Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Web DG CLIMA: <http://ec.europa.eu/clima/> web de la Dirección General de Clima de la Comisión Europea.
- Plataforma Adapteca: <http://www.adaptecca.es/> web de intercambio de información de proyectos de adaptación a nivel nacional que tiene un importante potencial para actuar como herramienta de coordinación.
- Web Oficina Española de Cambio Climático: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/organismos-e-instituciones-implicados-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-a-nivel-nacional/oficina-espanola-en-cambio-climatico/> web del organismo nacional competente en la política de Cambio Climático a nivel nacional
- Web Visor C3E <http://www.c3e.ihcantabria.com/> web del visor C3E donde se puede obtener información sobre tendencias y proyecciones del clima marítimos, así como impactos del cambio climático en la costa española.

La Estrategia favorecerá y promocionará iniciativas específicas para la generación, mantenimiento y explotación de herramientas e instrumentos que sirvan para favorecer la consecución de sus objetivos, ya sea desde el MAGRAMA o mediante la colaboración con entidades nacionales e internacionales, públicas o privadas que hayan facilitado el desarrollo de las mismas.



## **REFERENCIAS**

Alvarado-Aguilar D., J.A. Jiménez y R.J. Nicholls, 2012. Flood Hazard and damage assessment in the Ebro Delta (NW Mediterranean) to relative sea level rise. *Natural Hazards*, 62, 1301-1321.

Arenas P., 2008. Gestión del litoral y política pública en España: un diagnóstico. Grupo GIAL-UCA. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz.

Arnaud-Haond S., C. M. Duarte, E. Díaz-Almela, N. Marbà, T. Sintès y E. A. Serrão 2012. Implications of extreme life span in clonal organisms: millenary clones in meadows of the Threatened seagrass *Posidonia oceanica*. *PLoS ONE*, 7, 2, e30454, doi: 0030454.

Bruun P., 1962. Sea-level rise as a cause of soil erosion. American Society of Civil Engineering Proceedings, *Journal of Waterways and Harbours Division*, 88, 117–130.

Cai W.-J., Hu X., Huang W.-J., Murrell M. C., Lehrter J. C., Lohrenz S. E., Chou W.-C., Zhai W., Hollibaugh J. T., Wang Y., Zhao P., Guo X., Gundersen K., Dai M. and Gong G.-C., 2011. Acidification of subsurface coastal waters enhanced by eutrophication. *Nature Geoscience* 4:766–770.

Caires, S., V. Swail and X.L. Wang, 2006. Projection and Analysis of Extreme Wave Climate. *Journal of Climate*, 19(21), 5581-5605.

Cambio Climático en el Delta del Ebro 2009. *Estudios de base para una estrategia de prevención y adaptación al cambio climático en Cataluña*. Generalitat de Catalunya. Gobierno de Cataluña. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda.

Camus P., F.J. Méndez, R. Medina, A. Tomas and C. Izaguirre, 2013. High resolution Downscaled Ocean Waves (DOW) reanalysis in coastal areas. *Coastal Engineering*, 72, 56-68.

Church, J. A. y N.J. White, 2011. Sea-level rise from the late 19<sup>th</sup> to the early 21<sup>st</sup> Century. *Surveys in Geophysics*, 32, 585-602, doi:10.1007/s10712-011-9119-1.

Church, J.A., J.M. Gregory, N.J. White, S.M. Platten, y J.X. Mitrovica, 2011. Understanding and projecting sea level change. *Oceanography* 24(2), 130–143, doi:10.5670/oceanog.2011.33

Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1137–1216, doi:10.1017/CBO9781107415324.026.

Chust, G.; Caballero, A.; Marcos, M.; Liria, P.; Hernández, C & Borja, A, 2010. Regional scenarios of sea level rise and impacts on Basque (Bay of Biscay) coastal habitats, throughout the 21st century. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 87: 113-124.

Ciscar J.C., A. Iglesias, L. Feyen, et al. 2011. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 108 (7), 2678–2683. doi: 10.1073/pnas.1011612108.



Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, 2008. *Actividades Humanas en los Mares de España*.

EuroSION 2004. Living with Coastal Erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. Part 1 Major findings and Policy Recommendations of the EUROSION project. Guidelines for implementing local information systems dedicated to coastal erosion management.

Factoric S. y L. Chelleri, 2012. Vulnerability to the effects of climate change and adaptation: The case of the Spanish Ebro Delta. *Ocean and Coastal Management* 60, 1-10.

Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijikata, O. Hoegh-Guldberg, H.-Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, and G.W. Yohe, 2014: Technical Summary. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94.

Fundación BBVA, 2010. La población en España: 1900-2009.

Gomis D., S. Ruiz, M.G. Sotillo, E. Álvarez-Fanjul y J. Terradas, 2008. Low frequency Mediterranean sea level variability: The contribution of atmospheric pressure and wind. *Global and Planetary Change*, 63, 215-229.

Guillén J., y A. Palanques, 1992. Sediment dynamics and hydrodynamics in the lower course of a river highly regulated by dams: the Ebro River. *Sedimentology*, 39, 567- 579.

Hemer M. A., Y. Fan, N. Mori, A. Semedo y X.L. Wang, 2013. Projected changes in wave climate from a multi-model ensemble. *Nature Climate Change*, 3(5), 471-476.

Ibáñez, C., Prat, N. y A. Canicio, 1997. Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro river and its estuary. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12, 51-62.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York. <http://www.ipcc.ch>.

IPCC, 2013: Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen and T. Zhou (eds.)]. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1311–1394, doi:10.1017/CBO9781107415324.029.



IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.

Izaguirre C., F.J. Méndez, M. Menéndez y I.J. Losada, 2011. Global extreme wave height variability based on satellite data. *Geophysical Research Letters*, Vol. 38, L10607.

Izaguirre C., F.J. Méndez, M. Menéndez, A. Luceño y I.J. Losada, 2010. Extreme wave climate variability in southern Europe using satellite data. *Journal of Geophysical Research*, 115, C04009.

Jordà G., D. Gomis, E. Álvarez-Fanjul y S. Somot, 2012a. Atmospheric contribution to Mediterranean and nearby Atlantic sea level variability under different climate change scenarios. *Global and Planetary Change*, 80-81, 198-214.

Jordà G., N. Marbà y C.M. Duarte, 2012b. Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. *Nature Climate Change*, 2, 821-824.

Klein, R.J.T., G.F. Midgley, B.L. Preston, M. Alam, F.G.H. Berkhout, K. Dow, and M.R. Shaw, 2014: Adaptation opportunities, constraints, and limits. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 899-943.

Leont'yev I.O., 2003. Modelling erosion of sedimentary coasts in the Western Russian Arctic. *Coastal Engineering*, 47, 36-47.

Losada M.A., 2010. Las Riberas del Mar Océano.

Losada, I.J, Diaz-Simal, P., 2013. Adaptation in Coastal Areas. In: Routledge Handbook of the Economics of Climate Change and Adaptation. Eds. Anil Markandya, Ibon Galarraga, Elisa Sainz de Murrieta. pp. 261-272. Routledge International. ISBN: 978-0-415-63311-6.

Losada, I.J., Izaguirre, C., Diaz-Simal, P., 2014. Cambio Climático en la Costa Española. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 133 pg. ISBN: 978-84-491-1403-8.

Marcos M., D. Gomis, S. Monserrat, E. Álvarez-Fanjul, B. Pérez y J. García-Lafuente, 2005. Consistency of long sea-level time series in the Northern coast of Spain. *Journal of Geophysical Research*, 110, C03008.



Marcos M., G. Jordà, D. Gomis y B. Pérez, 2011. Changes in storm surges in southern Europe from a regional model under climate change scenarios. *Global and Planetary Change*, 77, 116-128.

Marcos M., M.N. Tsimplis y A.G.P. Shaw, 2009. Sea level extremes in southern Europe. *Journal of Geophysical Research*, 114, C01007.

Marcos, M.; Chust, G.; Jordá, G.; Caballero, A. 2012. Effect of sea level extremes on the western Basque coast during the 21st century. *Climate Research*, 51: 237-248.

Martín-Vide, J., and J. A. López-Bustins, 2006. The western Mediterranean Oscillation and Iberian peninsula rainfall. *International Journal of Climatology*, 26 (11), 1455–1475.

McGranahan G., D. Balk y B. Anderson, 2007. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, 19-17, doi: 10.1177/0956247807076960.

Meehl G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins et al. 2007. Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 747-846.

Menéndez M. y P.L. Woodworth, 2010. Changes in extreme high water levels based on a quasi-global tide-gauge dataset. *Journal of Geophysical Research*, 115, C10011.

Mimura, N., R.S. Pulwarty, D.M. Duc, I. Elshinnawy, M.H. Redsteer, H.-Q. Huang, J.N. Nkem, and R.A. Sanchez Rodriguez, 2014: Adaptation planning and implementation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 869-898.

Noble, I.R., S. Huq, Y.A. Anokhin, J. Carmin, D. Goudou, F.P. Lansigan, B. Osman-Elasha, and A. Villamizar, 2014: Adaptation needs and options. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.

Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011. *Sostenibilidad en España 2011*.

Peltier, W.R. 2004. Global glacial isostasy and the surface of the Ice-Age Earth: The ICE-5G(VM2) model and GRACE. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 32, 111–149.

Rahmstorf S., 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science* 315, 368-370.



Rhein, M., S.R. Rintoul, S. Aoki, E. Campos, D. Chambers, R.A. Feely, S. Gulev, G.C. Johnson, S.A. Josey, A. Kostianoy, C. Mauritzen, D. Roemmich, L.D. Talley and F. Wang, 2013: Observations: Ocean. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 255–316, doi:10.1017/CBO9781107415324.010.

Slangen A.B.A., M. Carson, C.A. Katsman, R.S.W. van de Wal, A. Köhl, L.L.A. Vermeersen and D. Stammer, 2014. *Modelling twenty-first century regional sea-level changes*. *Climatic Change*, doi:10.1007/s10584-014-1080-9.

Syvitski, J.P.M., 2008. Deltas at risk. *Sustainability Science*, 3, 23-32.

Taylor K., R.J. Stouffer, G.A. Meehl, 2012. An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of American Meteorological Society*, 93(4), 485-498.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. International Strategy for Disaster Reduction.

Vargas M., et al., 2010. *Cambio climático en el Mediterráneo español*. Segunda edición actualizada. IEO, Ministerio de Ciencia e Innovación, Madrid, 176 pp

Vermeer M. y S. Rahmstorf, 2009. Global Sea Level Linked to Global Temperature. *Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.* 106, 21527-21532.

Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig, 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2), 5.

Wong, P.P., I.J. Losada, J.-P. Gattuso, J. Hinkel, A. Khattabi, K.L. McInnes, Y. Saito, and A. Sallenger, 2014: Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Pags. 361-409. ISBN: 978-1-107-64165-5.





## **ANEXO Nº 1. PLANES Y PROGRAMAS VINCULADOS**

### **1. ESTRATEGIAS, PLANES Y PROGRAMAS ESTATALES (POR TEMAS)**

#### **1.1. Agua**

- Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración (2007–2015).

[http://www.magrama.gob.es/es/agua/planes-y-estrategias/PlanNacionalCalidadAguas\\_tcm7-29339.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agua/planes-y-estrategias/PlanNacionalCalidadAguas_tcm7-29339.pdf)

- Estrategia Nacional de Restauración de Ríos.

<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/>

- Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de Inundaciones.

<http://www.proteccioncivil.org/catalogo/naturales/plan-estatal-riesgo-inundaciones/plan/texto/PLAN%20ESTATAL%20INUNDACIONES.pdf>

#### **1.2. Biodiversidad**

- Estrategia Española de Desarrollo Sostenible.

[http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-espanola-desarrollo-sostenible/eedsnov07\\_editdic\\_tcm7-14887.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-espanola-desarrollo-sostenible/eedsnov07_editdic_tcm7-14887.pdf)

- Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (2011–2017).

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/Plan\\_Estrat%C3%A9gico\\_Patrimonio\\_Natural\\_Biodiversidad\\_tcm7-178313.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/Plan_Estrat%C3%A9gico_Patrimonio_Natural_Biodiversidad_tcm7-178313.pdf)

- Estrategia para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Española

[http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/estrategia\\_desarrollo\\_sostenible\\_marcadores\\_tcm7-381581.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/estrategia_desarrollo_sostenible_marcadores_tcm7-381581.pdf)

- Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española

<http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/observatorio/antiguoPEAE.aspx>

- Estrategia Española de Conservación Vegetal 2014–2020

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/planes-y-estrategias/estrategia\\_ce\\_vegetal\\_2014-2020\\_tcm7-332576.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/planes-y-estrategias/estrategia_ce_vegetal_2014-2020_tcm7-332576.pdf)

- Plan Estratégico Español para la Conservación y Uso Racional de los Humedales.

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pan\\_humedales\\_tcm7-19093.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pan_humedales_tcm7-19093.pdf)

- Estrategias Nacionales sobre Especies Exóticas Invasoras

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/>



- Plan Director de la Red de Parques Nacionales.

[http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/PP\\_2010\\_p\\_014.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/PP_2010_p_014.aspx)

[http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/2010\\_p\\_014\\_documento\\_inicio\\_plan\\_director\\_parques\\_nacionales\\_tcm7-153090.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/2010_p_014_documento_inicio_plan_director_parques_nacionales_tcm7-153090.pdf)

### 1.3. Cambio climático

- Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCL), 2007–2012–2020.

[http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/documentacion/est\\_cc\\_energ\\_limp\\_tcm7-12479.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/documentacion/est_cc_energ_limp_tcm7-12479.pdf)

- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Tercer Programa de Trabajo 2014–2020.

<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/default.aspx>

- Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión (2008–2012)

[http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/asignacion-de-derechos-de-emision/periodo\\_08\\_12.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/asignacion-de-derechos-de-emision/periodo_08_12.aspx)

<https://www.boe.es/boe/dias/2014/02/20/pdfs/BOE-A-2014-1860.pdf>

### 1.4. Ciencia e Innovación

- Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013–2020.

[http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia\\_espanola\\_ciencia\\_tecnologia\\_Innovacion.pdf](http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia_espanola_ciencia_tecnologia_Innovacion.pdf)

### 1.5. Costas

- Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar frente a la Contaminación

<http://www.magrama.gob.es/es/costas/participacion-publica/proteccion-ribera-mar.aspx>

[http://www.magrama.gob.es/es/costas/participacion-publica/Plan\\_proteccion\\_ribera\\_mar\\_contra\\_contaminacion\\_tcm7-313666.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/costas/participacion-publica/Plan_proteccion_ribera_mar_contra_contaminacion_tcm7-313666.pdf)

- Plan Nacional de Servicios Especiales de Salvamento de la Vida Humana en la Mar y de la Lucha contra la Contaminación del Medio Marino 2010–2018.

[http://www.salvamentomaritimo.es/wp-content/files\\_flutter/1320770125PlanNacionalSeguridad-Salvamento-Maritimo2010\\_2018.pdf](http://www.salvamentomaritimo.es/wp-content/files_flutter/1320770125PlanNacionalSeguridad-Salvamento-Maritimo2010_2018.pdf)

- Programa ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas y Portuarias) de Puertos del Estado.

<http://www.puertos.es/es-es/ROM/Paginas/default.aspx>



## 1.6. Energía

- Plan de Energías Renovables (PER) 2011–2020.

<http://www.minetur.gob.es/energia/es-es/novedades/paginas/per2011-2020voli.aspx>

- Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011–2020.

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Paginas/paner.aspx>

- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2011–2020.

<http://www.idae.es/index.php/id.663/mod.pags/mem.detalle>

## 1.7. Forestal

- Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación.

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pand\\_agosto\\_2008\\_tcm7-19664.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pand_agosto_2008_tcm7-19664.pdf)

- Plan Nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológica-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación.

[http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desertificacion-restauracion-forestal/restauracion-hidrologico-forestal/rhf\\_plan\\_restauracion.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desertificacion-restauracion-forestal/restauracion-hidrologico-forestal/rhf_plan_restauracion.aspx)

## 1.8. Transporte

- Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005–2020

[https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ESPECIALES/PEIT/](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ESPECIALES/PEIT/)

- Planes Estratégicos y Planes Directores de Puertos del Estado.

<http://www.puertos.es/>

## 1.9. Turismo

- Plan Nacional e Integral de Turismo (PNIT) 2012–2015.

<http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/PNIT/Paginas/que-es-PNIT.aspx>

[http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/PNIT/Documents/Plan%20Nacional%20e%20Integral%20de%20Turismo%20\(PNIT\)%202012-2015.pdf](http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/PNIT/Documents/Plan%20Nacional%20e%20Integral%20de%20Turismo%20(PNIT)%202012-2015.pdf)

- Plan Sectorial de Turismo de Naturaleza y Biodiversidad 2014–2020.

<http://www.boe.es/boe/dias/2014/06/18/pdfs/BOE-A-2014-6432.pdf>



## 2. PLANES SECTORIALES DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

### a. Andalucía

- Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de Zonas Costeras.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=4c2730001ac92110VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=e2ae4e5bf01f4310VgnVCM1000001325e50aRCD>

- Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.220de8226575045b25f09a105510e1ca/?vgnextoid=dd61e6f6301f4310VgnVCM2000000624e50aRCD&vgnnextchannel=fababa9c0f0f4310VgnVCM1000001325e50aRCD>

- Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=32c7f687e7c19210VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=e2ae4e5bf01f4310VgnVCM1000001325e50aRCD>

- Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático.

[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.acad89bbe95916b477fe53b45510e1ca/?vgnextoid=27b5669571545210VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=27bce185d4693210VgnVCM10000055011eacRCD&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.acad89bbe95916b477fe53b45510e1ca/?vgnextoid=27b5669571545210VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=27bce185d4693210VgnVCM10000055011eacRCD&lr=lang_es)

- Plan Andaluz de Acción por el Clima.

[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.6b09310413f69055fd63cf405510e1ca/?vgnextoid=fce3a4e430bb5210VgnVCM10000055011eacRCD&vgnnextchannel=657ea4e430bb5210VgnVCM10000055011eacRCD&lr=lang\\_es&vgnnextrefresh=1](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.6b09310413f69055fd63cf405510e1ca/?vgnextoid=fce3a4e430bb5210VgnVCM10000055011eacRCD&vgnnextchannel=657ea4e430bb5210VgnVCM10000055011eacRCD&lr=lang_es&vgnnextrefresh=1)

- Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.220de8226575045b25f09a105510e1ca/?vgnextoid=f51bb2c42f207310VgnVCM2000000624e50aRCD&vgnnextchannel=efa96c3b0ef95310VgnVCM1000001325e50aRCD>

- Plan Andaluz de Humedales.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=2269731f73277010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=f5119d7f4c335310VgnVCM1000001325e50aRCD>

- Programa Andaluz para el Control de las Especies Exóticas Invasoras.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=a1723570a1c4c110VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=7b5cb2c42f207310VgnVCM2000000624e50aRCD>

- Plan Director de Riberas de Andalucía (borrador).

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=c8648633f4674010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=710a9494e45f4310VgnVCM2000000624e50aRCD>

- Plan Andaluz de Control de la Desertificación (borrador).

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=234a0c1bf3984010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=722fee9b421f4310VgnVCM2000000624e50aRCD>



- Plan de Ordenación Territorial de Andalucía

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=f2d9f7ffa3828310VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=7e7e8a3c73828310VgnVCM2000000624e50aRCD>

- Plan Especial de Ordenación de las zonas de regadíos ubicadas al norte de la corona Forestal de Doñana

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=3da7f29b39738310VgnVCM2000000624e50aRCD&vgnnextchannel=5e5d1b84c9d28310VgnVCM1000001325e50aRCD>

## b. Cantabria

- Plan de Ordenación del Litoral

<http://www.territoriodecantabria.es/Contenido/plan-ordenacion-litoral-pol/43>

## c. Cataluña

## d. Ceuta (Ciudad Autónoma)

## e. Comunidad Valenciana

- Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana

<http://www.citma.gva.es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/estrategia-territorial-de-la-comunitat-valenciana-77495>

- Estrategia Valenciana ante el cambio climático 2013-2020

<http://www.citma.gva.es/web/calidad-ambiental/estrategia-valenciana-ante-el-cambio-climatico-2013-2020>

- Plan de Acción Territorial Forestal

<http://www.citma.gva.es/web/evaluacion-ambiental-y-territorial/plan-de-accion-territorial-forestal-de-la-comunitat-valenciana>

- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)

<http://www.citma.gva.es/web/evaluacion-ambiental-y-territorial/plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana-patricova>

- II Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valenciana

<http://www.agricultura.gva.es/web/agricultura/agua/participacion-publica/ii-pii-plan-director-de-saneamiento-de-la-comunidad-valenciana-director-de-saneamiento-de-la-comunidad-valenciana>

## f. Galicia

- Plan de Ordenación del Litoral



<http://www.xunta.es/litoral/web/index.php/introduccion/gl>

### **g. Illes Balears**

- Plan Hidrológico de las Islas Baleares

<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST259ZI162259&id=162259>

- Plan Forestal de las Islas Baleares

<http://plaforestal.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?idsite=4426&cont=52730&lang=ca&campa=yes>

- Plan Integral de Turismo de las Islas Baleares

[www.caib.es/govern/rest/arxiu/1201272](http://www.caib.es/govern/rest/arxiu/1201272)

- Plan Director Sectorial de Transporte de Illes Balears

<http://www.caib.es/conselleries/opublicues/dgtransp/esdev/pla/pladirector.html>

- Plan de Actuación en Energías Renovables del Govern Balear

[www.caib.es/govern/rest/arxiu/1708367](http://www.caib.es/govern/rest/arxiu/1708367)

### **h. Islas Canarias**

### **i. Melilla (Ciudad Autónoma)**

### **j. País Vasco**

- Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts\\_litoral/es\\_7559/indice\\_c.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts_litoral/es_7559/indice_c.html)

- Plan Territorial Sectorial Agroforestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

[https://www.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts\\_agroforestal/es\\_def/index.shtml](https://www.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts_agroforestal/es_def/index.shtml)

- Plan Territorial Sectorial de Ordenación de los Ríos y Arroyos de la CAPV - Vertiente Cantábrica Mediterránea y Modificación del Plan.

[https://www.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts\\_rios\\_modif1/es\\_pts/indice.html](https://www.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts_rios_modif1/es_pts/indice.html)

- Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-564/es/contenidos/informacion/humedales\\_capv/es\\_961/pts\\_humedales\\_c.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-564/es/contenidos/informacion/humedales_capv/es_961/pts_humedales_c.html)

- Plan especial del biotipo protegido de Iñurritza de Zarautz

<https://ssl.gipuzkoa.net/castell/bog/2006/07/18/c0607437.htm>

- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del tramo litoral Deba-Zumaia.

<http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/bopv2/datos/2009/03/0901650a.pdf>



- Plan rector de uso y gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/prug/es_15318/indice.html)

[12872/es/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/prug/es\\_15318/indice.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/prug/es_15318/indice.html)

- Plan de manejo para la interpretación, investigación y educación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/plan_manejo/es_15315/indice.html)

[12872/es/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/plan\\_manejo/es\\_15315/indice.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/plan_manejo/es_15315/indice.html)

- Programa de armonización y desarrollo de actividades socioeconómicas de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/padas/es_15311/indice.html)

[12872/es/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/padas/es\\_15311/indice.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-12872/es/contenidos/plan_programa_proyecto/padas/es_15311/indice.html)

- Plan Especial de Protección y Ordenación de los Recursos Naturales del Área de Txingudi

<http://www.euskadi.eus/bopv2/datos/1994/08/9403024a.pdf>

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-u95/es/contenidos/normativa/legislacion_biodiversidad/es_13730/r01hRedirectCont/contenidos/plan_programa_proyecto/pep_txingudi/es_bio/indice.html)

[u95/es/contenidos/normativa/legislacion\\_biodiversidad/es\\_13730/r01hRedirectCont/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/pep\\_txingudi/es\\_bio/indice.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-u95/es/contenidos/normativa/legislacion_biodiversidad/es_13730/r01hRedirectCont/contenidos/plan_programa_proyecto/pep_txingudi/es_bio/indice.html)

- Plan especial para la protección y conservación de la ría del Urola, publicado en el BOG de 5 de diciembre de 2014

<http://zumaia.es/es/ayuntamiento/departamentos/urbanismo/plan-especial-para-la-proteccion-yconservacion-de-la-ria-del-urola>

## k. Principado de Asturias

- Plan Territorial Especial de Ordenación del Litoral de Asturias (POLA)

<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=c23e0f43227a2210VgnVCM10000097030a0aRCRD>

- Directrices Subregionales de Ordenación del Territorio para la Franja Costera

<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=8b20e1547a2e4210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=773869771d3d1210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es>

- Plan Territorial Especial para la Estrategia Integrada de Gestión Portuaria Litoral

<https://www.asturias.es/portal/site/webasturias/menuitem.4b280f8214549ead3e2d6f77f2300030/?vgnnextoid=4d9d08064061b410VgnVCM10000098030a0aRCRD&vgnnextchannel=c45bb1ea17dfe210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es>

## I. Región de Murcia

- Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia

<http://sitmurcia.carm.es/web/sitmurcia/directrices-y-planes-de-ordenacion-territorial>



## **ADDENDA**

### **1. EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA**

Tras la redacción de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española y del Estudio Ambiental Estratégico y siguiendo el correspondiente procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica definido en la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, con fecha 12 de diciembre de 2016, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite Resolución por la que se formula Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española.

Dicha Resolución determina, en consecuencia, que de acuerdo con la evaluación ambiental estratégica ordinaria practicada según la Sección 1ª del Capítulo I del Título II de la Ley de Evaluación Ambiental, se formula declaración ambiental estratégica favorable del proyecto ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA COSTA ESPAÑOLA concluyéndose que, cumpliendo los requisitos ambientales que se desprenden de la presente Declaración Ambiental Estratégica, no se producirán impactos adversos significativos.

### **2. INCORPORACIÓN A LA ESTRATEGIA DEL CONTENIDO DE LA DECLARACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA**

A la vista del contenido de la Declaración Ambiental Estratégica, esta Estrategia adopta las directrices o requisitos incluidos en dicha Declaración. Asimismo, completará el análisis de interacciones realizado en la Evaluación Ambiental Estratégica de la Estrategia con los planes, programas y estrategias que menciona la Declaración.

### **3. DECLARACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA**

A continuación se adjunta la Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente por la que se formula Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española.