

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ÍNDICE

1. OBJETO	2
2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	2
3. DINÁMICAS RESULTANTES DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	2
3.1 INTRODUCCIÓN	2
3.2 ANTECEDENTES	3
3.3 ESCENARIOS DE CLIMA FUTUROS	3
3.3.1 VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	3
3.3.1.1 VULNERACIÓN POTENCIAL AL CAMBIO CLIMÁTICO	3
3.3.1.2 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDITERRÁNEO	4
3.3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN	5
3.3.3 NIVEL DEL MAR	6
3.3.4 DINÁMICA COSTERA	7
3.3.5 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA DE ESTUDIO	9
3.3.6 MEDIDAS DE ADOPCIÓN	10
3.3.6.1 MINIMIZACIÓN DE LAS OBRAS	10
3.3.6.2 REUTILIZACIÓN DE MATERIALES	10
3.3.6.3 COTA DE INUNDACIÓN	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Vulnerabilidad potencial por el cambio climático (Fuente: ESPON Climate).	4
Figura 2.- Derecha: Descenso en la disponibilidad del agua disponible en el 2050 con respecto a los valores de los años 1961-1990. Izquierda: Impactos de la escasez de agua. (Fuente: ESPON Climate)	5
Figura 3.- Evolución de la temperatura máxima media 2006-2100 (Fuente: AEMET).	5
Figura 4.- Evolución de la precipitación media diaria 2006-2100 (Fuente: AEMET).	6
Figura 5.- Incremento del nivel medio del mar s. XXI (Fuente: Quinto Informe IPCC).	6
Figura 6.- Variación histórica de las principales variables de la dinámica costera en España (Fuente: GIOC/OECC).	8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aumento del nivel medio del mar para diferentes escenarios y periodos (Fuente: Quinto Informe IPCC).	7
Tabla 2. Aumento del nivel medio del mar en ciudades del Mediterráneo (Fuente: Puertos del Estado).	7

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1. OBJETO

El objeto del presente documento es realizar un análisis del cambio climático y una valoración del impacto que supondrá en la zona de estudio.

2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El hotel Cap Rocat se ubica en la zona del Cap Enderrocat, situado en la costa de levante de la bahía de Palma, en la zona de urbanizaciones del término municipal de Llucmajor, en concreto se encuentra entre las urbanizaciones de Cala Blava-Bellavista y Maioris-Puigdenrros.

Se accede al mismo desde la salida a la urbanización Cala Blava, de la carretera Ma-6014 Circuit Estratègic, tramo urbanizaciones litoral Bahía de Palma, del término municipal de Llucmajor, continuando por el vial C/D'Enderrocat, hasta su final.

La parcela lindante con las ocupaciones a desarrollar tiene como referencia catastral la 07031A00200001000RJ.

El sector en que se ubica la actuación se localiza entre los hitos del deslinde de la ZDPMT del término municipal de Llucmajor, siguientes:

HITO DPMT 994 e HITO DPMT 996

3. DINÁMICAS RESULTANTES DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años se están presentando fenómenos meteorológicos extremos, aumento de las temperaturas medias y alteraciones de las características de las estaciones fruto de los efectos del cambio climático.

En cuanto al incremento de la temperatura, este incremento ha sido a nivel mundial pero no parece tener las mismas consecuencias en todas las regiones, no tiene un comportamiento homogéneo. En el caso del mediterráneo es una de las zonas que se ha visto más afectada, experimentando un incremento en la temperatura media de 1,3°C en comparación a la era preindustrial (1880-1920).

El origen del actual cambio climático está en el incremento del llamado "efecto invernadero". El 1% de los gases que componen la atmósfera, como el dióxido de carbono CO₂, el metano CH₄, el óxido nitroso N₂O y otros gases, tienen la característica de atrapar y devolver hacia la tierra parte de la radiación infrarroja que ésta emite al exterior en forma de calor, se denominan gases de efecto invernadero (GEI). El gas que más contribuye con diferencia es el CO₂, que en los últimos años a aumentado considerablemente su concentración.

Es por ello por lo que hay que reducir la emisión de esos gases, lo que requiere una respuesta conjunta y coordinada a nivel internacional. La definición de necesidades en materia de adaptación debe partir del conocimiento de la predicción de cuáles serán las condiciones en el futuro: condiciones climáticas y nivel del mar. Disponer de

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

conocimientos, en cuanto a las medidas y en cuanto a los escenarios, permite responder a las necesidades de adaptación y, en consecuencia, a la vulnerabilidad.

Las regiones del mediterráneo, debido a su situación geográfica y a sus características socioeconómicas, pueden considerarse especialmente vulnerable a las nuevas condiciones climáticas, lo que va a determinar su posible impacto.

3.2 ANTECEDENTES

El Reglamento General de Costas (aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre) especifica en su artículo 93 que el Estudio de Dinámica Litoral incluirá un estudio de las dinámicas resultantes de los efectos del cambio climático.

Además en su artículo 92 especifica que la evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en un periodo de tiempo que en el caso de obras de protección del litoral, puertos y similares será de un mínimo de 50 años y que se deberán considerar las medidas de adaptación que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) definió en la Estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático.

3.3 ESCENARIOS DE CLIMA FUTUROS

3.3.1 VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El proyecto ESPON Climate, realizado por la Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial de la Unión Europea, realizó un estudio sobre el cambio climático y los efectos territoriales sobre las regiones y economías locales.

3.3.1.1 VULNERACIÓN POTENCIAL AL CAMBIO CLIMÁTICO

Se puede definir vulnerabilidad como "[el] grado en que un sistema es susceptible o no puede hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y la tasa de variación climática a la que un el sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación".

El proyecto ESPON Climate ha caracterizado las regiones europeas en función de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático. Este escenario de futuro va en contra de la cohesión territorial. El cambio climático provocaría una profundización de los desequilibrios socioeconómicos existentes entre el núcleo de Europa y su Periferia sur y sureste.

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

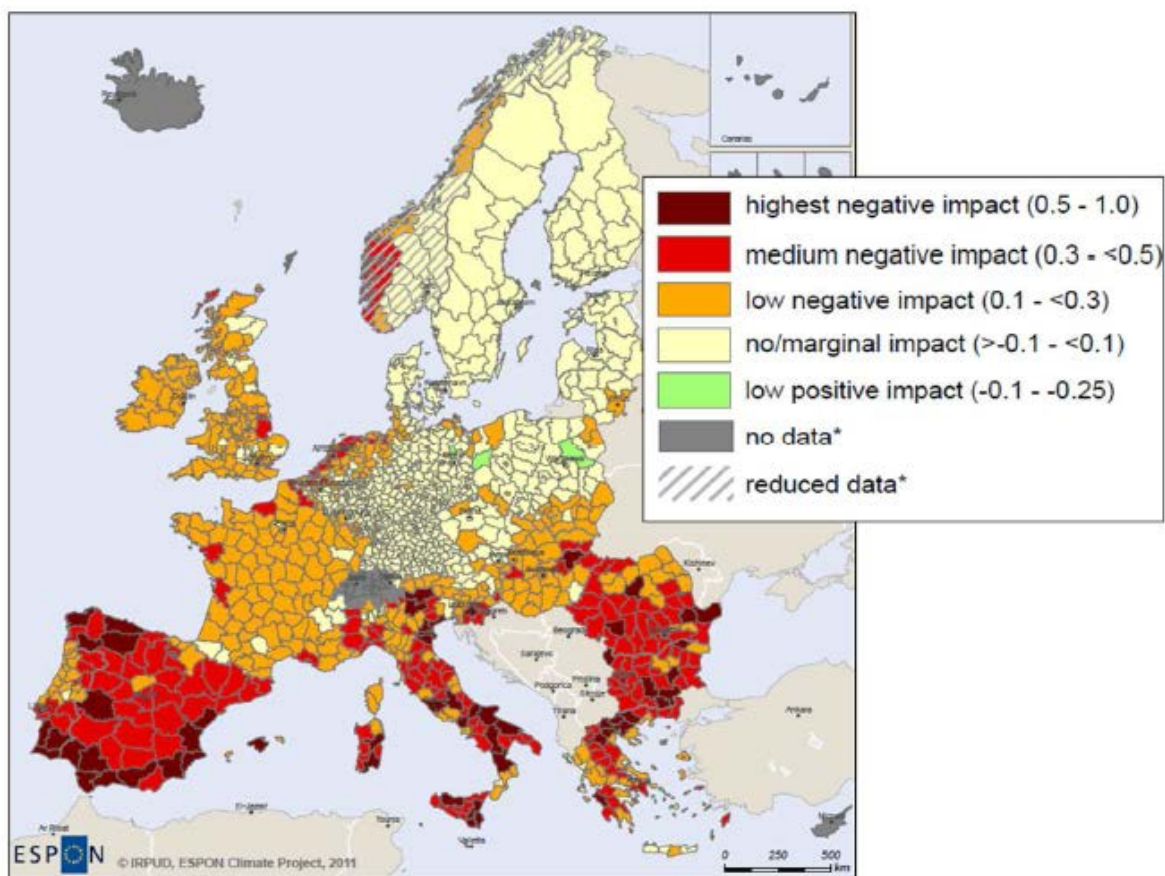


Figura 1.- Vulnerabilidad potencial por el cambio climático (Fuente: ESPON Climate).

Como puede observarse en la imagen anterior, Mallorca presenta una vulnerabilidad alta al cambio climático.

3.3.1.2 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDITERRÁNEO

Como ya se ha comentado anteriormente, las temperaturas medias en la cuenca mediterránea pueden aumentar sustancialmente durante el siglo XXI, mientras que las precipitaciones pueden disminuir, lo que limita la cantidad de agua disponible para usos humanos y no humanos.

En cuanto a las Islas Baleares, el proyecto ESPON Climate concluye que tienen una exposición baja pero una sensibilidad media a alta, lo que indica la importancia estratégica del turismo para la economía del archipiélago. La capacidad de adaptarse, sin embargo, es en principio lo suficientemente alto como para compensar la sensibilidad. Por lo tanto, el resultado de la vulnerabilidad es baja.

Se prevé una tendencia gradual en la que el agua en los ríos y los acuíferos pueden disminuir un 5 por ciento en el período 2011-2020; 10 por ciento para las dos décadas siguientes; 15 por ciento para las décadas 2041-2050, y 2051-2060, y al menos el 20% durante las décadas restantes del siglo XXI.

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

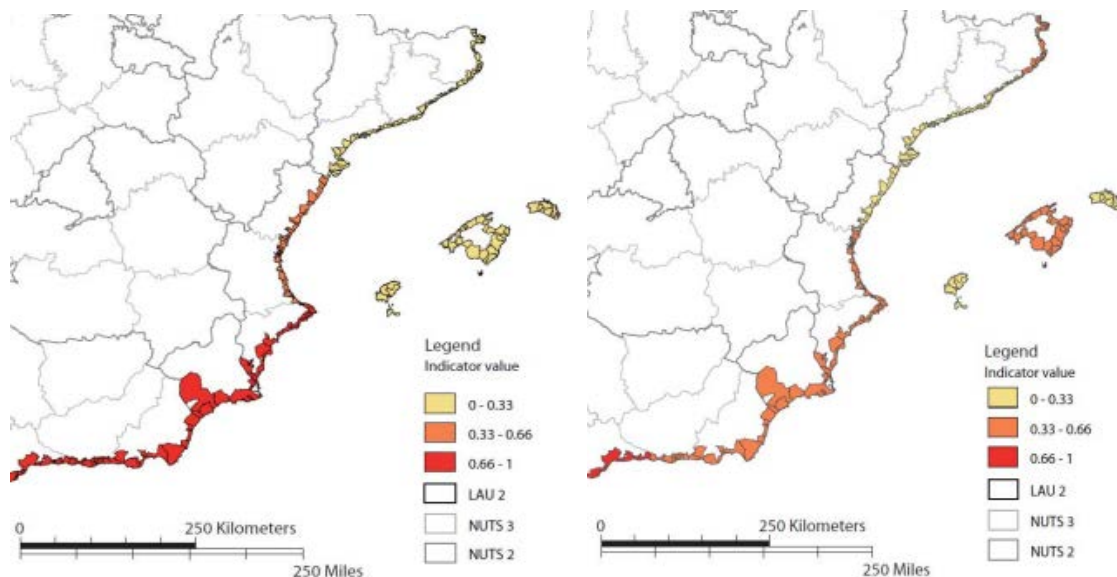


Figura 2.- Derecha: Descenso en la disponibilidad del agua disponible en el 2050 con respecto a los valores de los años 1961-1990. Izquierda: Impactos de la escasez de agua. (Fuente: ESPON Climate)

3.3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Para tener un mayor nivel de resolución disponible para concretar las condiciones futuras de clima, es decir, cómo se prevé que evolucionará el clima a lo largo del siglo XXI, se van a utilizar las proyecciones elaboradas por el organismo competente en materia de meteorología, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Un desarrollo interesante de las proyecciones elaboradas por AEMET está disponible en la plataforma Web sobre la adaptación al cambio climático en España denominada Adapteca. En el "visor de escenarios" se permite visualizar predicciones por región, cuenca hidrográfica y municipio o para un área territorial concreta con la opción "dibujar área" gracias a haber seguido técnicas de regionalización estadística.

En cuanto a la temperatura, en el año 2006 se tuvo de media una temperatura máxima de 20,56°C. Según las previsiones de la AEMET, se prevé que en el año 2050 la temperatura máxima media se incremente hasta los 21,18°C y para el año 2100 hasta los 22,01°.

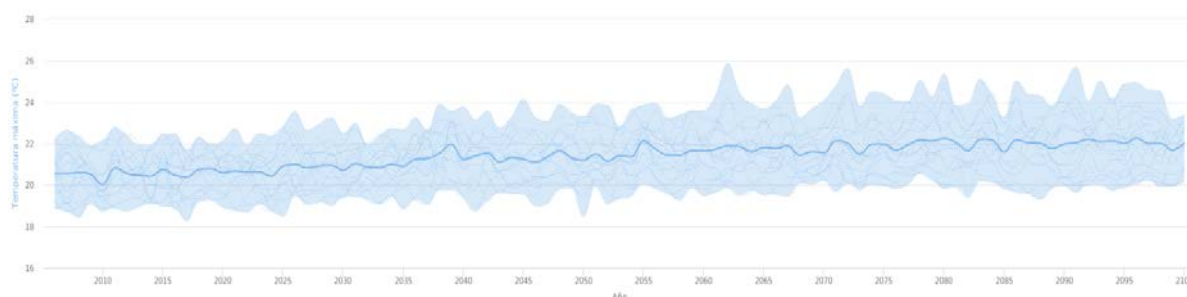


Figura 3.- Evolución de la temperatura máxima media 2006-2100 (Fuente: AEMET).

En cuanto a la precipitación, en el año 2010 la precipitación media diaria fue de 1,44 mm/día. Según las previsiones de la AEMET, se prevé que en el año 2050 la precipitación media diaria disminuirá hasta 1,39 mm/día mientras que en año 2100 será de 1,20 mm/día.

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

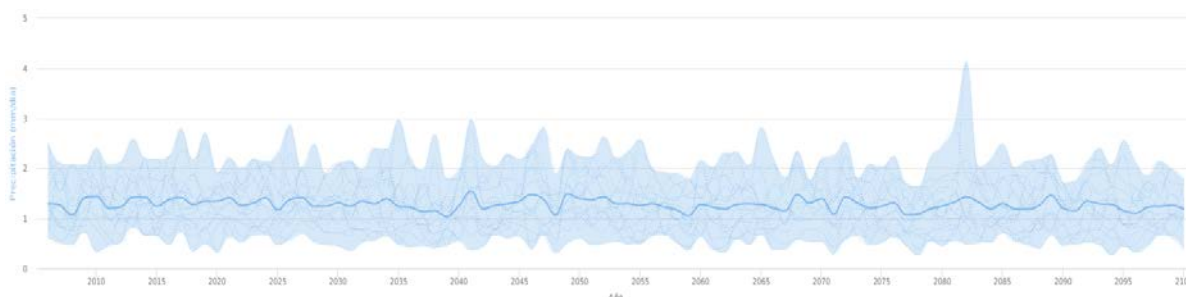


Figura 4.- Evolución de la precipitación media diaria 2006-2100 (Fuente: AEMET).

3.3.3 NIVEL DEL MAR

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (más conocido por sus siglas en inglés, IPCC) es una entidad científica creada en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Tiene por objeto proporcionar información objetiva, clara, equilibrada y neutral del estado actual de conocimientos sobre el cambio climático a los responsables políticos y otros sectores interesados.

El Quinto informe de Evaluación del IPCC, conocido por sus siglas en inglés –AR5– proporciona una actualización del conocimiento sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático.

En dicho informe hace una previsión de la subida del nivel medio del mar causado por el calentamiento de los océanos y las pérdidas de masa de glaciares y mantos de hielo. Se proponen diferentes escenarios: de fuerte reducción de las emisiones (RCP2.6), dos escenarios intermedios (RCP4.5 y RCP6.0) y un escenario de altas emisiones (RCP8.5). Los escenarios de referencia, en los que no se controlan las emisiones, se sitúan entre RCP6.0 y RCP8.5.

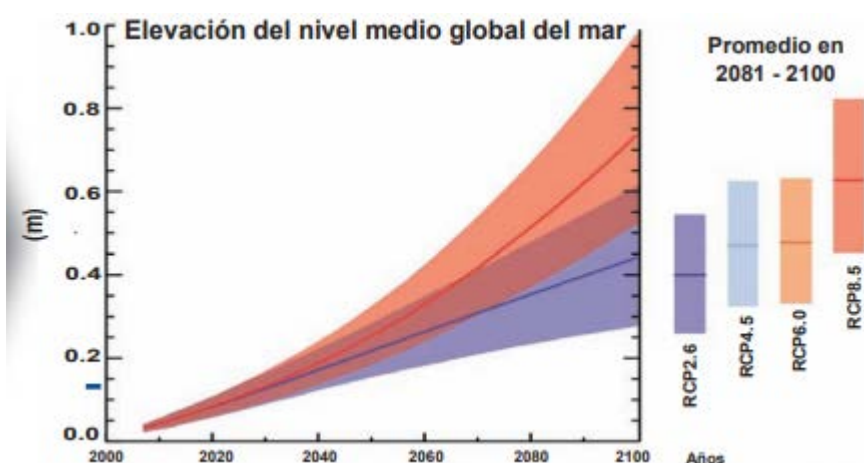


Figura 5.- Incremento del nivel medio del mar s. XXI (Fuente: Quinto Informe IPCC).

En la siguiente tabla se muestran las previsiones de aumento del nivel medio del mar para los diferentes escenarios y para dos periodos:

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

	2046-2065		2081-2100	
Escenario	Media	Rango Probable	Media	Rango Probable
RCP2.6	0,24	0,17- 0,31	0,40	0,26-0,54
RCP4.5	0,26	0,19-0,33	0,47	0,32-0,62
RCP6.0	0,25	0,18-0,32	0,47	0,33-0,62
RCP8.5	0,29	0,22-0,37	0,62	0,45-0,81

Tabla 1. Aumento del nivel medio del mar para diferentes escenarios y periodos (Fuente: Quinto Informe IPCC).

Esta tendencia se puede corroborar si nos fijamos en los valores de algunos mareógrafos de la Red de Puertos del Estado durante los últimos años, donde en el Mediterráneo se observa una subida del nivel en todos los puertos durante los últimos 25 años.

Ciudad	Tendencia (cm/año)	Error (cm/año)
Valencia	+ 0,422	± 0,064
La Savina	+ 0,756	± 0,366
Palma	+ 0,102	± 0,359
Alcúdia	+ 0,014	± 0,355
Maó	+ 0,196	± 0,356
Eivissa	+ 0,434	± 0,129
Barcelona	+ 0,557	± 0,060

Tabla 2. Aumento del nivel medio del mar en ciudades del Mediterráneo (Fuente: Puertos del Estado).

Como puede observarse la tendencia es diferente en los diferentes puertos, pero si nos remitimos en aquellos puertos en el que el error es menor (Valencia y Barcelona) obtendríamos una media de subida del nivel del mar de alrededor de 5 mm/año. Si multiplicamos este valor por 80 años, obtendríamos que en el año 2100 el nivel del mar habría aumentado unos 40 cm, que es lo que se estima en el Quinto Informe IPCC para el escenario más conservador (RCP2.6).

3.3.4 DINÁMICA COSTERA

El MAGRAMA financió el proyecto llamado ‘Cambio Climático en la Costa Española’ (C3E), que diagnostica y proyecta los efectos del Cambio Climático en toda la costa española peninsular y sus archipiélagos de forma más detallada, y ha desarrollado diversas herramientas para integrar dichos efectos en las políticas y medidas de protección costera, las cuales pueden obtenerse en su página web.

Los resultados del proyecto C3E se basan en buena parte en las conclusiones del estudio “Impacto en la costa Española por efecto del cambio climático” realizado por el GIOC por encargo del antiguo Ministerio de Medioambiente y la Oficina Española del Cambio Climático. De este estudio se han obtenido las tendencias de variación de las diferentes variables en la zona de estudio.

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En la Fase I-C del mencionado estudio se presentan los resultados de la evolución histórica de diferentes variables de la dinámica costera entre 1958 y 2001. Como se comenta en ese estudio, dichas tendencias pueden ser extrapoladas hasta el año 2050 con cierta fiabilidad.

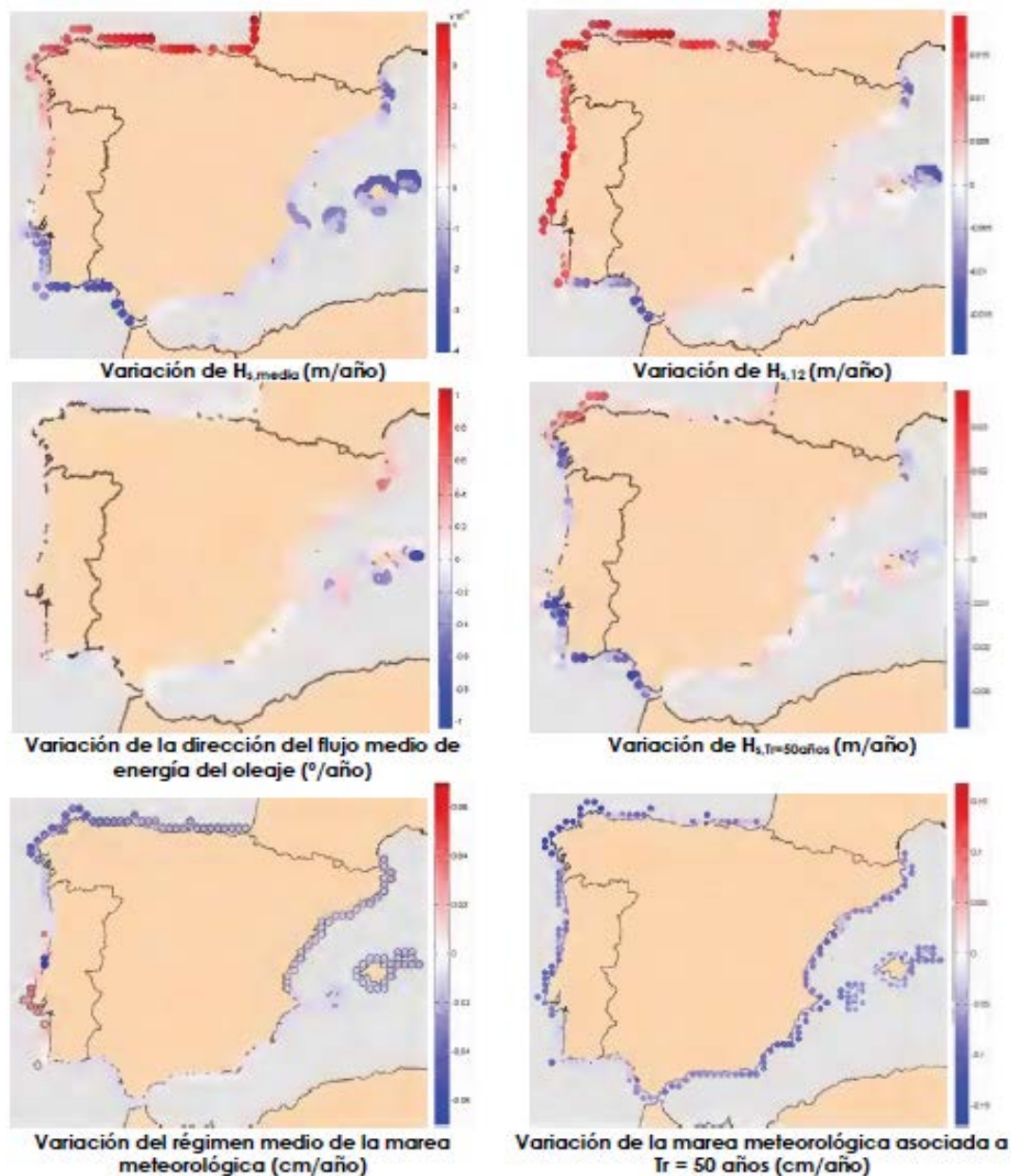


Figura 6.- Variación histórica de las principales variables de la dinámica costera en España (Fuente: GIOC/OECC).

A través del visor de la página web <https://www.c3e.ihcantabria.com> se selecciona el punto 248, al ser este el más cercano a la zona de estudio, para sacar los resultados numéricos, que son los siguientes:

$$\delta H_{s,m} \text{ (cm/año)} = +0,005$$

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

$\delta H_{s,12}$ (cm/año) =	+0,006
$\delta \theta_{FE}$ (°/año) =	+0,004
$\delta H_{s,Tr=50 \text{ años}}$ (m/año) =	+0
$\delta \eta$ (cm/año) =	+0,159
$\delta MM_{Tr=50 \text{ años}}$ (cm/año) =	-0,175

De acuerdo con el Reglamento de Costas, el periodo de tiempo a considerar es de 50 años (en este caso hasta el año 2.069). En este caso la variación absoluta de las anteriores variables anteriores respecto a sus valores en la actualidad serán los siguientes:

Incremento de la altura de ola significativa media:	+ 0,25 cm
Incremento de la altura de ola significativa asociada a 12h/año:	+ 0,30 cm
Incremento de la dirección media del flujo de energía del oleaje:	+ 0,20°
Incremento de la altura de ola significativa asociada a $Tr = 50$ años:	+ 0,00 m
Incremento del nivel medio del mar:	+ 27,05 cm
Incremento de la marea meteorológica asociada a $Tr = 50$ años:	- 8,75 cm

Para el cálculo del incremento medio del mar, el valor se obtiene a partir del análisis de la tendencia de la variación del nivel del mar en los últimos años. Si se complementa con los modelos globales implementados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) la variación del nivel medio del mar se incrementa, de manera que dentro de 50 años estaría en el entorno de un aumento de +26,65 cm (correspondientes a la diferencia de +35 cm en 2070 –para el escenario de emisión RCP4.5– y de +7,95 cm en la actualidad.

3.3.5 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA DE ESTUDIO

De todos los aspectos considerados anteriormente, los que más efectos van a tener sobre las obras serán la variación del nivel del mar y la dinámica costera.

La modificación del clima marítimo en la zona se traduce fundamentalmente en tres efectos:

- Variación de la cota de inundación (ΔCI).
- Retroceso de la playa como consecuencia del incremento del nivel del mar ($RE_{1,max}$).
- Retroceso de la playa como consecuencia del giro del flujo medio de energía del oleaje ($RE_{2,max}$).

Dado que en las inmediaciones del puerto no existen playas, los dos últimos aspectos no van a ser considerados.

La variación de la cota de inundación (ΔCI) puede obtenerse mediante la expresión:

$$\Delta CI = \Delta MM + \Delta \eta$$

Siendo:

- ΔCI la variación de cota de inundación
- ΔMM la variación de la marea meteorológica ($\Delta MM = -8,75$ cm)
- $\Delta \eta$ la variación del nivel medio del mar ($\Delta \eta = 27,05$ cm)

Con todo ello se obtiene un incremento en la cota de inundación de 18,30 cm.

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

3.3.6 MEDIDAS DE ADOPCIÓN

3.3.6.1 MINIMIZACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras del presente proyecto se centran en la conservación de las estructuras existentes en buen estado y el acondicionamiento de las estructuras en peor estado. Así pues, se pretende realizar el acondicionamiento de la rampa de varada existente, que actualmente se encuentra con descalces y socavaciones, dotándola de rollizos de madera y de una instalación de molinete de tracción eléctrico para operativa de izada y botadura, así como de elementos auxiliares para dicha operativa y para amarre. Otras actuaciones de acondicionamiento serán la ejecución de un paso peatonal para posibilitar el paso a la rampa de varada y la construcción de un muro de mampostería de piedra caliza con aparejo similar a los existentes en las terrazas superiores, para recalce y protección del pie del terraplén existente, anexo a la rampa de varada.

También se propone la conservación de instalaciones existentes como son la escalinata de obra para acceso a la rampa de varada y a la zona de baño, la plataforma de acceso al mar y la escalera de acero inoxidable desmontable.

3.3.6.2 REUTILIZACIÓN DE MATERIALES

Se propone la reutilización de los materiales dentro de la propia obra. Es por ello por lo que se aprovecharán los materiales de las excavaciones para los rellenos previstos en la misma obra, siempre que sea posible.

3.3.6.3 COTA DE INUNDACIÓN

La información sobre la cota de inundación permanente como consecuencia de la subida del nivel medio del mar es importante para el diseño de obras de infraestructura a construir en el litoral. De este modo, se busca minimizar el riesgo por inundación, rebase o interferencias sobre elementos del proyecto o plan por incremento del nivel mar debido al cambio climático.

El ascenso del nivel del mar amplifica el efecto de los temporales, este hecho representa uno de los principales problemas del efecto del Cambio Climático en la costa.

En nuestro caso, dado que las actuaciones a pie de costa son simplemente el acondicionamiento de una rampa de varada, se ha tenido en cuenta el posible incremento del nivel del mar en 18,30 cm, que reduciría la longitud útil de la rampa, de tal forma que no tendría ninguna incidencia, dada la longitud de la rampa y las esloras de las embarcaciones, lo que no supondría ningún tipo de problema en la operativa de izada y botadura.

Si se tiene en cuenta además la carrea de mareas para un periodo de retorno de 5 años (53,5cm), el nivel del mar subiría en 71,80 cm, pero dado que se prevé que la rampa quede 1 metro por encima y 1 metro por debajo del NMM, con dicha subida aun quedaría un cuarto de rampa emergida y todo el casco de la embarcación, por lo que tampoco supondría un problema en la operativa de la rampa.