

**ANEJO N°13:**  
**EVALUACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO**



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. NIVEL DEL MAR GLOBAL .....	2
3. NIVEL MEDIO DEL MAR REGIONAL: COSTA CANTÁBRICA ESPAÑOLA .....	6
4. NIVEL MEDIO DEL MAR LOCAL .....	8
5. ESCENARIOS CONSIDERADOS EN ESTE ESTUDIO .....	9
6. CONCLUSIÓN .....	10



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



## 1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se realiza una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el Artículo 92 del RD 876/2014:

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

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

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

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

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

Por tanto, se procede únicamente al estudio de la subida del nivel del mar para comprobar su efecto en la zona.



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



## **2. NIVEL DEL MAR GLOBAL**

Toda la información relativa a la subida del nivel medio del mar ha sido extraída del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) elaborado entre 2013 y 2014: "Climate Change 2013. The Physical Science Basis", y sus conclusiones más destacables se exponen a continuación.

La subida del nivel del mar global, como media del ascenso del nivel del mar de todo el planeta, se debe fundamentalmente a dos factores:

- La expansión térmica del agua del mar, debido a que el calentamiento del agua produce un aumento en su volumen.
- El deshielo, motivado por el incremento global de la temperatura.

La expansión térmica es la responsable de aproximadamente un tercio de la subida del nivel del mar global, producida en el siglo XX hasta 1990. Desde entonces, el deshielo procedente de glaciares, capas de hielos continentales y polares ha sido mucho más importante.

El ascenso observado entre 1880 y el año 2009 ha sido aproximadamente de 0,21 m, existiendo una considerable variabilidad de la tasa de ascenso a lo largo del siglo XX.

El IPCC proporciona las proyecciones de subida de nivel del mar más fiables para los diferentes escenarios de emisiones. En concreto se valoran 5 escenarios: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5, y SRES A1B. Los Escenarios RCP (del inglés, Representative Concentration Pathways) son cuatro escenarios de emisiones sobre la evolución estimada de la emisión y concentración de gases de efecto invernadero a la atmósfera durante el siglo XXI, establecidos por el IPCC, mientras que el último se obtiene de simulaciones semi-empíricas.

Como se puede observar en la siguiente tabla y figura, hasta el año 2050 el nivel del mar aumenta con una tasa similar en los cinco escenarios, con un aumento en torno a 0,17-0,38 m sobre el nivel de referencia en el periodo 1980-2000. Sin embargo, para finales del siglo XXI, la elección de un escenario u otro supone claras diferencias en el nivel del mar, variable de 0,28 a 0,98 m de ascenso.



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



	SRES A1B	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
Thermal expansion	0.21 [0.16 to 0.26]	0.14 [0.10 to 0.18]	0.19 [0.14 to 0.23]	0.19 [0.15 to 0.24]	0.27 [0.21 to 0.33]
Glaciers <sup>a</sup>	0.14 [0.08 to 0.21]	0.10 [0.04 to 0.16]	0.12 [0.06 to 0.19]	0.12 [0.06 to 0.19]	0.16 [0.09 to 0.23]
Greenland ice-sheet SMB <sup>b</sup>	0.05 [0.02 to 0.12]	0.03 [0.01 to 0.07]	0.04 [0.01 to 0.09]	0.04 [0.01 to 0.09]	0.07 [0.03 to 0.16]
Antarctic ice-sheet SMB <sup>c</sup>	-0.03 [-0.06 to -0.01]	-0.02 [-0.04 to -0.00]	-0.02 [-0.05 to -0.01]	-0.02 [-0.05 to -0.01]	-0.04 [-0.07 to -0.01]
Greenland ice-sheet rapid dynamics	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.05 [0.02 to 0.07]
Antarctic ice-sheet rapid dynamics	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]
Land water storage	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]
Global mean sea level rise in 2081-2100	0.52 [0.37 to 0.69]	0.40 [0.26 to 0.55]	0.47 [0.32 to 0.63]	0.48 [0.33 to 0.63]	0.63 [0.45 to 0.82]
Greenland ice sheet	0.09 [0.05 to 0.15]	0.06 [0.04 to 0.10]	0.08 [0.04 to 0.13]	0.08 [0.04 to 0.13]	0.12 [0.07 to 0.21]
Antarctic ice sheet	0.04 [-0.05 to 0.13]	0.05 [-0.03 to 0.14]	0.05 [-0.04 to 0.13]	0.05 [-0.04 to 0.13]	0.04 [-0.06 to 0.12]
Ice-sheet rapid dynamics	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.12 [0.03 to 0.20]
Rate of global mean sea level rise	8.1 [5.1 to 11.4]	4.4 [2.0 to 6.8]	6.1 [3.5 to 8.8]	7.4 [4.7 to 10.3]	11.2 [7.5 to 15.7]
Global mean sea level rise in 2046-2065	0.27 [0.19 to 0.34]	0.24 [0.17 to 0.32]	0.26 [0.19 to 0.33]	0.25 [0.18 to 0.32]	0.30 [0.22 to 0.38]
Global mean sea level rise in 2100	0.60 [0.42 to 0.80]	0.44 [0.28 to 0.61]	0.53 [0.36 to 0.71]	0.55 [0.38 to 0.73]	0.74 [0.52 to 0.98]
Only the collapse of the marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause GMSL to rise substantially above the <i>likely</i> range during the 21st century. This potential additional contribution cannot be precisely quantified but there is <i>medium confidence</i> that it would not exceed several tenths of a meter of sea level rise.					

Notes:

- <sup>a</sup> Excluding glaciers on Antarctica but including glaciers peripheral to the Greenland ice sheet.
- <sup>b</sup> Including the height-SMB feedback.
- <sup>c</sup> Including the interaction between SMB change and outflow.

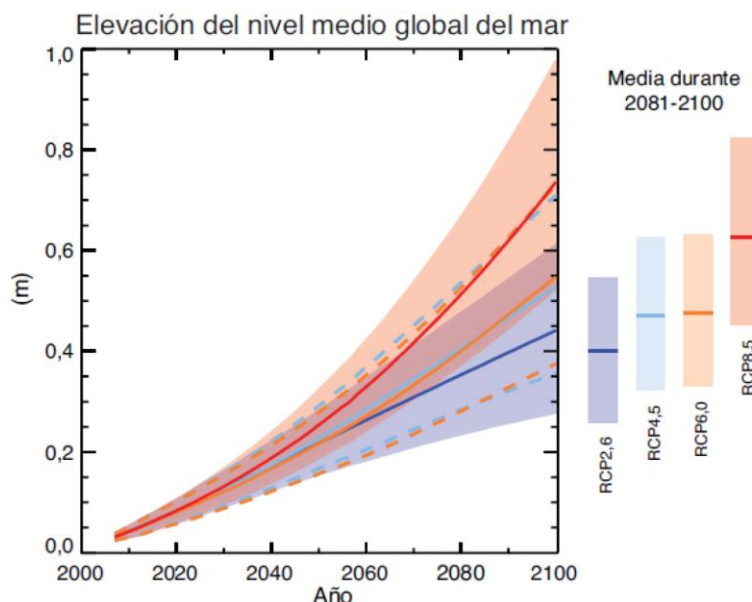
Los valores que se muestran en la figura anterior muestran el aumento del nivel del mar relativo al período de referencia 1986-2005. Para considerar el efecto del cambio climático según el Artículo 92 del RD 876/2014, se tomará un horizonte temporal de 50 años. Por tanto, se tomarán la información del IPCC con las proyecciones previstas para el período 2046-2065, que integra la tendencia a una proyección de 60 años.

Los valores medios para el período 2046-2065 son 0,26 m para el escenario RCP4.5, y 0,30 m para el escenario RCP8.5, que supone una tendencia de  $4,33 \pm 1,17$  mm/año para el escenario RCP4.5 y de  $5,00 \pm 1,33$  mm/año para el escenario RCP8.5. Según estos valores, en 50 años se tendría una subida de nivel del medio de  $21,6 \pm 5,8$  cm para el escenario RCP4.5 y de  $25,0 \pm 6,6$  cm para el escenario RCP8.5.



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



Por otro lado, hay autores que han determinado que las proyecciones del IPCC se quedan cortas, y han establecido subidas del nivel medio mucho más acusadas para finales de siglo. Aunque en estos escenarios se les da menos probabilidad de acierto, debido a que son muy relevantes los valores que ofrecen.

Vermeer and Rahmstorf (2009) establecieron posibles subidas del nivel medio del mar a escala global para finales de siglo, entre ellas que los escenarios más pesimistas se acercan a los 2 m.

Table 1. Temperature ranges and associated sea-level ranges by the year 2100 for different IPCC emission scenarios

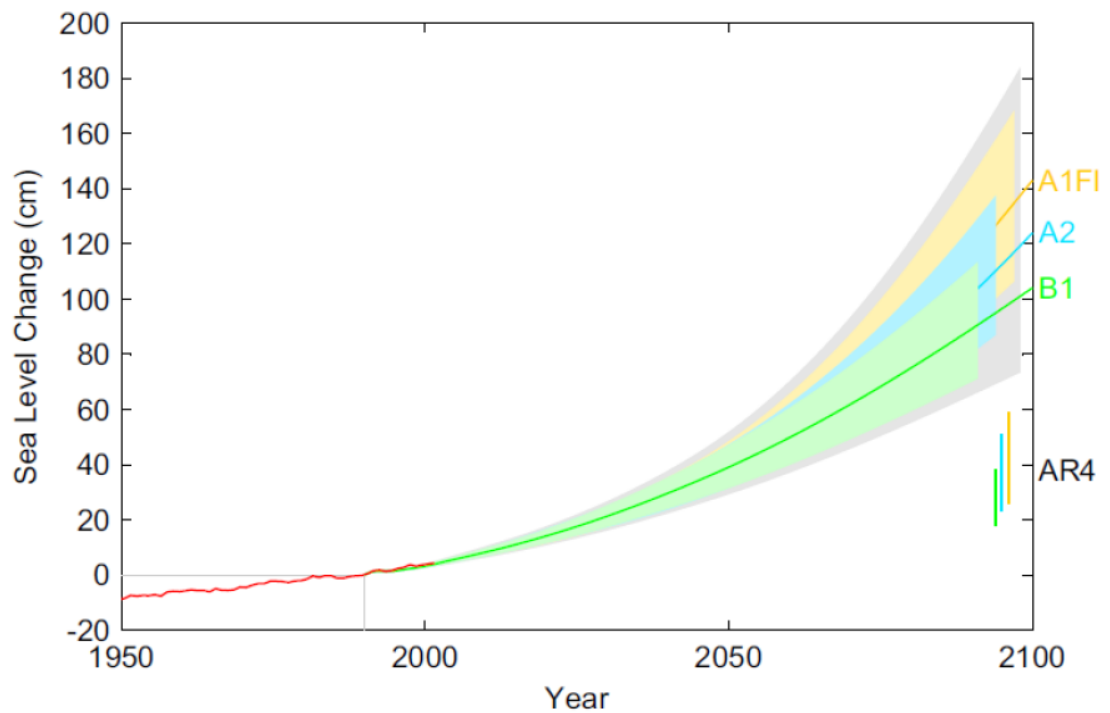
Scenario	Temperature range, °C above 1980–2000	Model average, °C above 1980–2000	Sea-level range, cm above 1990	Model average, cm above 1990
B1	1.4–2.9	2.0	81–131	104
A1T	1.9–3.8	2.6	97–158	124
B2	2.0–3.8	2.7	89–145	114
A1B	2.3–4.3	3.1	97–156	124
A2	2.9–5.3	3.9	98–155	124
A1FI	3.4–6.1	4.6	113–179	143

The temperatures used are taken from the simple model emulation of 19 climate models as shown in figure 10.26 of the IPCC AR4 (2); they represent the mean  $\pm$  1 SD across all models, including carbon cycle uncertainty. The sea-level estimates were produced by using Eq. 2 and 342 temperature scenarios and are given here excluding the uncertainty of the statistical fit, which is approximately  $\pm$  7% (1 SD).



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



Para conocer los valores de referencia en el presente Estudio, se deben tomar los valores a escala global como referencia, sobre los que se aplican las variaciones regionales o locales según la zona.



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

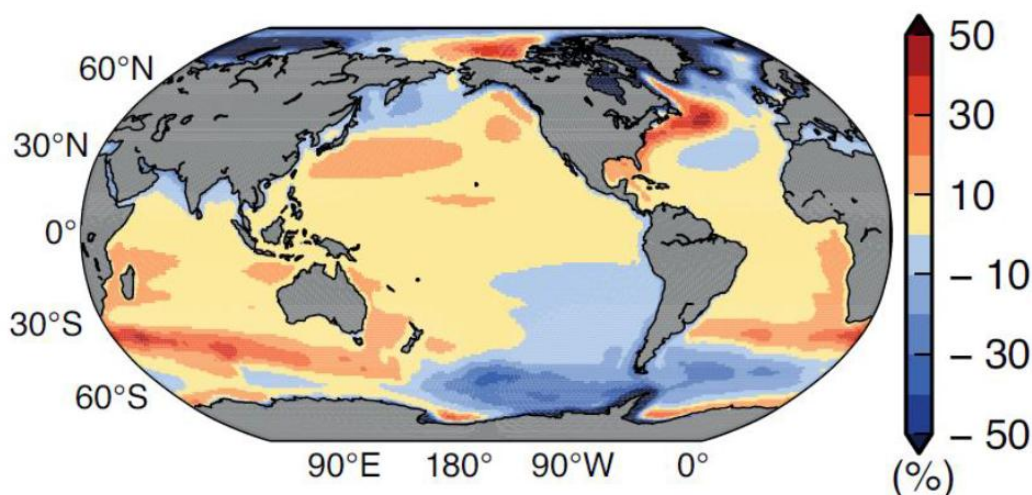
Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



### 3. NIVEL MEDIO DEL MAR REGIONAL: COSTA CANTÁBRICA ESPAÑOLA

En cuanto a proyecciones a nivel regional la información disponible es muy limitada. Todo apunta a que a lo largo del siglo XXI el nivel en las costas españolas seguirá subiendo. En cuanto a los nuevos escenarios de cambio climático, tampoco son muchos los estudios realizados a nivel regional, si bien el más fiable corresponde a Slangen et al. (2014), donde se hicieron proyecciones regionalizadas para las cuencas de todo el mundo para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

En el presente informe se tomarán como referencia las proyecciones del IPCC, donde se expone que el efecto regional en el Cantábrico genera una reducción de un 10% sobre los valores medios globales.



Aplicando esa reducción del 10% en las tendencias obtenidas a nivel global, resulta que la tendencia para la región cantábrica sería de  $3,90 \pm 1,05$  mm/año para el escenario RCP4.5 y de  $4,50 \pm 1,20$  mm/año para el escenario RCP8.5. Según estos valores, en 50 años se tendría una subida de nivel del agua de  $19,6 \pm 5,2$  cm para el escenario RCP4.5 y de  $22,6 \pm 6,0$  cm para el escenario RCP8.5.

En España se han desarrollado diversos estudios sobre el aumento del nivel del mar en su costa, obteniéndose tasas de crecimiento de entre 2 y 3 mm/año durante el último siglo, con importantes variaciones en la cuenca mediterránea debido a efectos regionales.

En el País Vasco, se han determinado los valores de subida del nivel medio del mar, analizando los datos del mareógrafo de Bilbao (REDMAR, Puertos del Estado). Tal y como se





ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldú en Ondarroa, Bizkaia



muestran en la siguiente figura, se observa un incremento sobre los valores medios anuales de  $2,55 \pm 0,52$  mm/año. Dichos valores resultan ligeramente inferiores a los mostrados según las tendencias del IPCC. Según estos valores en 50 años se tendría una subida de  $12,8 \pm 2,6$  cm.



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldú en Ondarroa, Bizkaia



#### 4. NIVEL MEDIO DEL MAR LOCAL

Para obtener la subida del nivel del mar local en las costas españolas hay que sumar, al valor regionalizado, los movimientos verticales de la corteza terrestre asociados a la subsidencia.

Este fenómeno es especialmente importante en desembocaduras de ríos donde se producen aportes de sedimentos. En España resultan especialmente destacables el Delta del Ebro y la zona de la desembocadura del Guadalquivir.

En el caso la Costa Cantábrica, debido a la lejanía con zonas deltaicas, no se producen modificaciones de la zona batimétrica cercana.

Con ello, para futuras proyecciones se mantienen los valores medios del mar regionalizados para la costa Cantábrica anteriores, o en todo caso, se atiende a las tendencias ofrecidas por el mareógrafo de Bilbao que muestran valores inferiores a las tendencias del IPCC, y por ello se eligen los valores de la banda inferior en estos últimos.

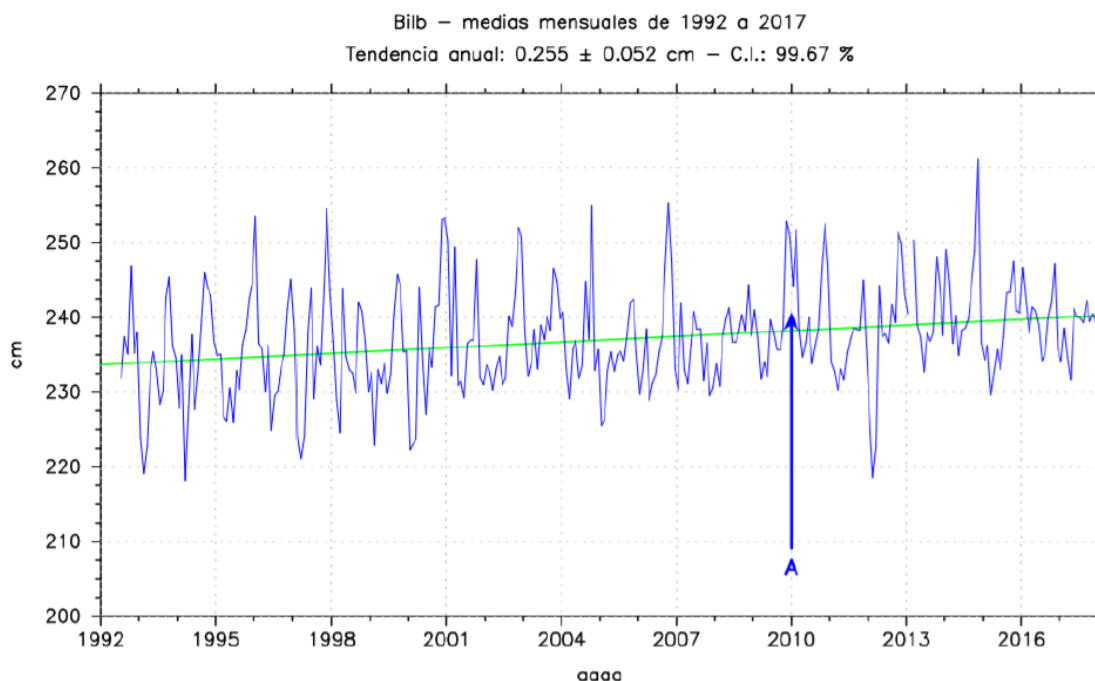


Figura nº1. Tendencia anual de subida de nivel del mar según datos del Mareógrafo de Bilbao.(Fuente: Puertos del Estado)



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



## 5. ESCENARIOS CONSIDERADOS EN ESTE ESTUDIO

Finalmente, y de acuerdo con los valores anteriores, se han considerado 3 posibles escenarios para valorar la subida del nivel medio del mar para el año 2071: RCP4.5, RCP8.5 y tendencias del mareógrafo de Bilbao. Los valores de subida de nivel del mar establecidos según estos escenarios se muestran en la siguiente tabla.

$\delta\eta$ (m)	2071 Regional/Local
RCP 4.5	0,14
RCP 8.5	0,16
Bilbao	0,16



ONDARROAKO UDALA  
Bizkaia

Proyecto de apertura del arroyo Zaldu en Ondarroa, Bizkaia



## **6. CONCLUSIÓN**

El efecto de la subida del mar estimado es de 16 cm según la justificación planteada en los apartados anteriores.