

# Adaptación de la Regla de Bruun para aumentar su rango de aplicación y su implementación en la costa andaluza

Arnau García<sup>1</sup>, Paula Gomes<sup>2</sup>, Mauricio González<sup>3</sup>, Raúl Medina<sup>3</sup>, Verónica Cánovas<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>IHCantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, [arnau.garcia@unican.es](mailto:arnau.garcia@unican.es), [paula.gomes@unican.es](mailto:paula.gomes@unican.es), [mauricio.gonzalez@unican.es](mailto:mauricio.gonzalez@unican.es), [raul.medina@unican.es](mailto:raul.medina@unican.es), [veronica.canovas@unican.es](mailto:veronica.canovas@unican.es)

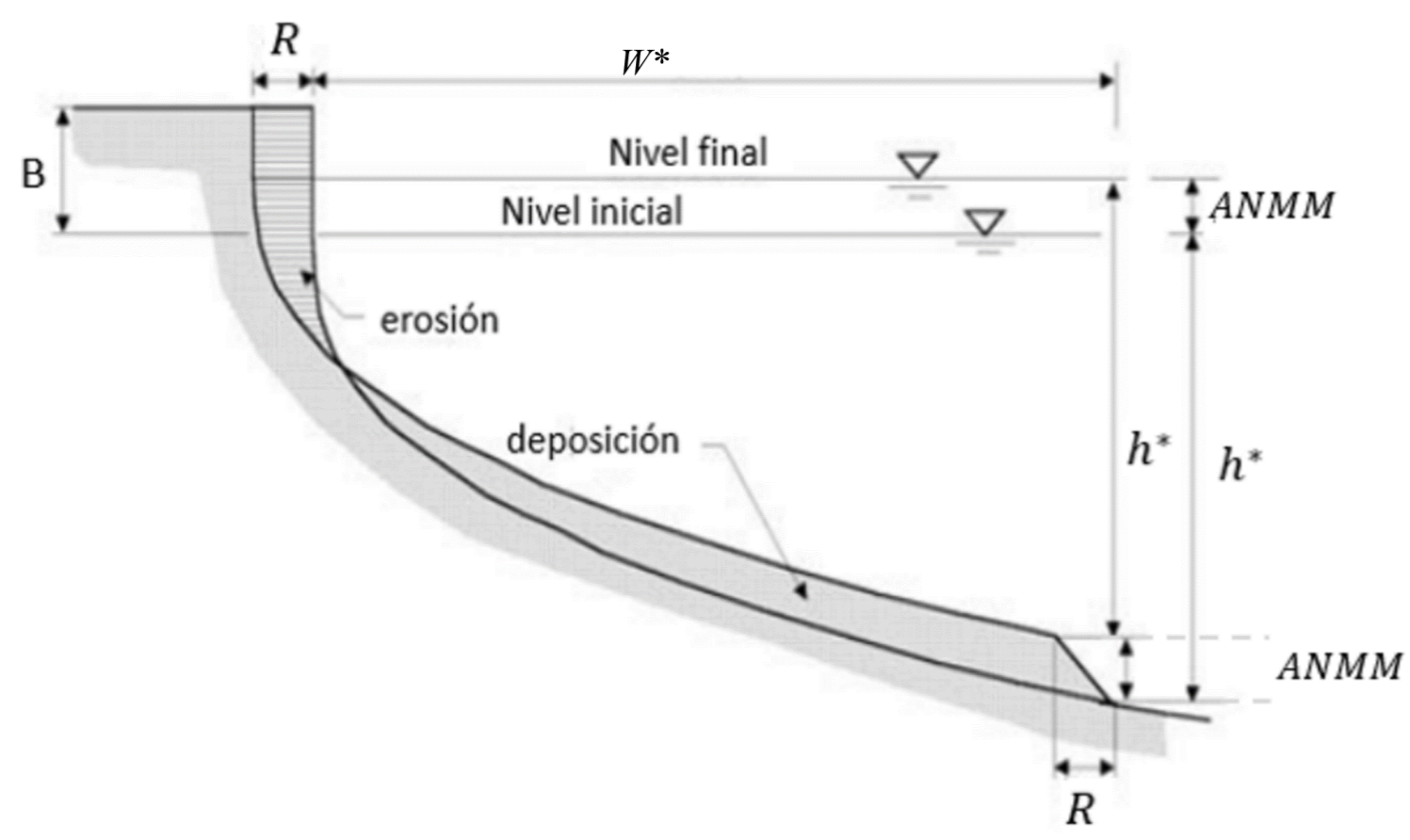
## 1. Introducción

## Motivación y contexto del estudio

La erosión costera inducida por el ascenso del nivel medio del mar (ANMM) fue la principal motivación del trabajo. Uno de los modelos más ampliamente utilizados, sobre todo a escalas regionales de largo plazo, es la conocida como Regla de Bruun (Bruun 1962), la cual permite estimar el retroceso costero (R) debido al ANMM (Fig1).

### La Regla de Bruun

Debido a su simplicidad y sencillez ha sido indiscriminadamente utilizada para evaluar la erosión en costas de todo el mundo.



$$R_{Bruun} = \frac{ANMM * W^*}{B + h^*}$$

El modelo de Bruun tiene ciertas limitaciones, lo que restringe su aplicabilidad general, sobre todo en entornos dinámicos complejos.

Figura 1. Esquemática y parámetros del modelo de Bruun.

### Modelos alternativos

Diversos autores, trataron de proponer mejoras para hacer frente a algunas de las limitaciones, pero ningún modelo permite considerarlas en su totalidad.

- Rosati et al., (2013)
- Dean y Houston, (2016)
- Toimil et al., (2017)

En este estudio se proponen adaptaciones para los siguientes entornos costeros (Fig2), para suplir las carencias del modelo de Bruun, el cual fue desarrollado y validado bajo condiciones y dinámicas concretas.

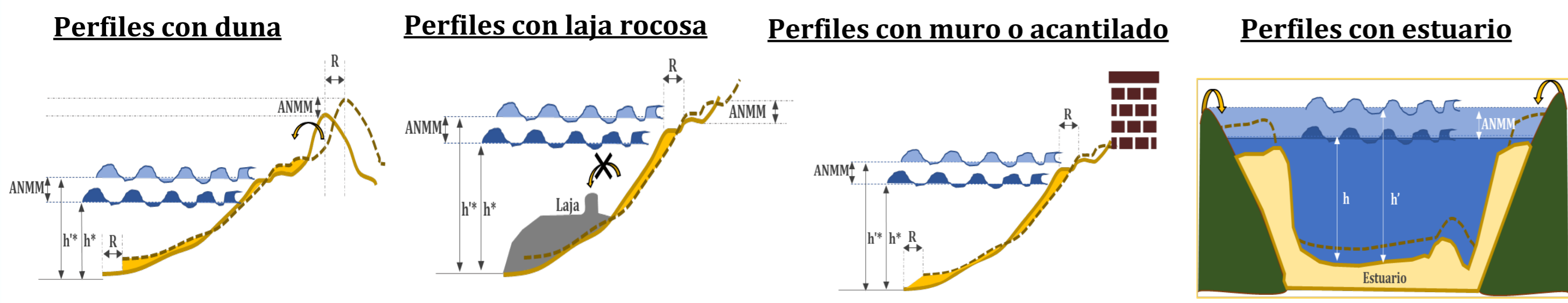


Figura 2. Tipologías de playas consideradas y adaptadas teniendo en cuenta sus características específicas.

## 2. Objetivo del proyecto

## Premisas y finalidades de la investigación

El principal objetivo era desarrollar un modelo adaptado de Bruun basado en formulaciones sencillas, aplicables regionalmente a todo el litoral de Andalucía, para evaluar la erosión de largo plazo, inducida por efecto del ANMM.

## 3. Modelo adaptado

## Adaptación de Bruun para incluir otros ambientes

La formulación general propuesta, está conformada por 4 componentes individuales, los cuales representan cada una de las contribuciones consideradas respecto al retroceso total que acabará teniendo la línea de costa.

$$R_{total} = R_{Bruun} + R_{Berma} + R_{Estuario} + R_{no ANMM}$$

$$R_{Bruun} = \frac{ANMM * W^*}{B + h^*}$$

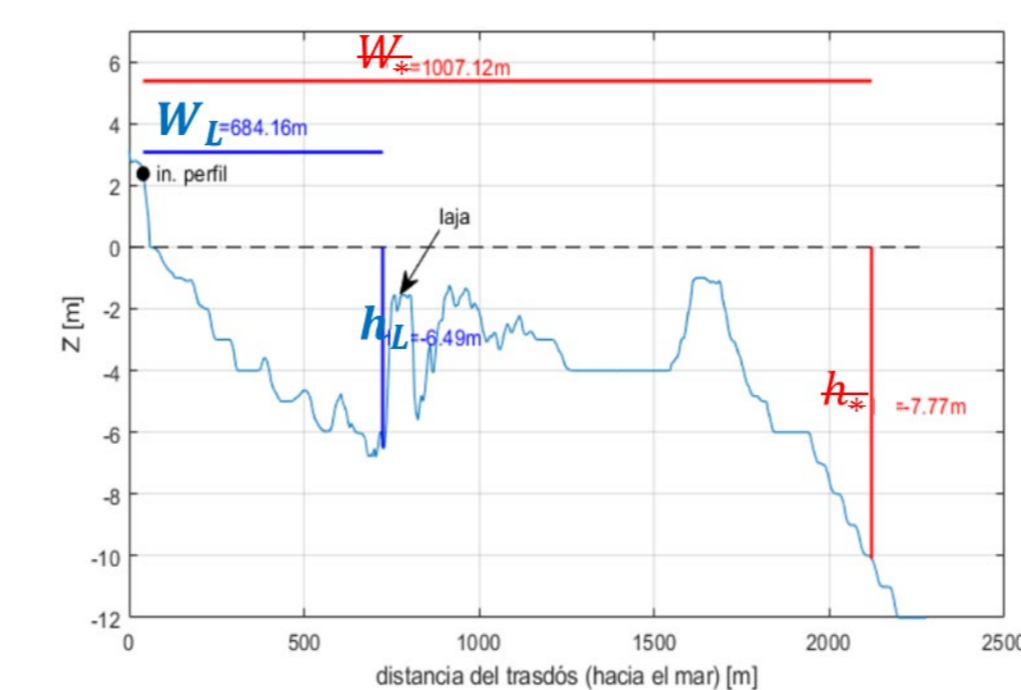
$$R_{Berma} = \frac{ANMM(L - R_{Bruun})}{B + h^*}$$

$$R_{Estuario} = \frac{A_e * (ANMM - \alpha)}{le(B + h^*)}$$

$$R_{no ANMM} = TE * \Delta t_{años}$$

Además de la formulación general (aplicable a cualquier playa), también se consideraron características locales específicas como:

### Presencia de lajas rocosas



### Presencia de dunas en el trasdós

Formulación específica para los perfiles de duna

$$R_{tt\ corregido} = \frac{ANMM * W^* - (R_{tt} - L) * H_d}{h^* + B}$$

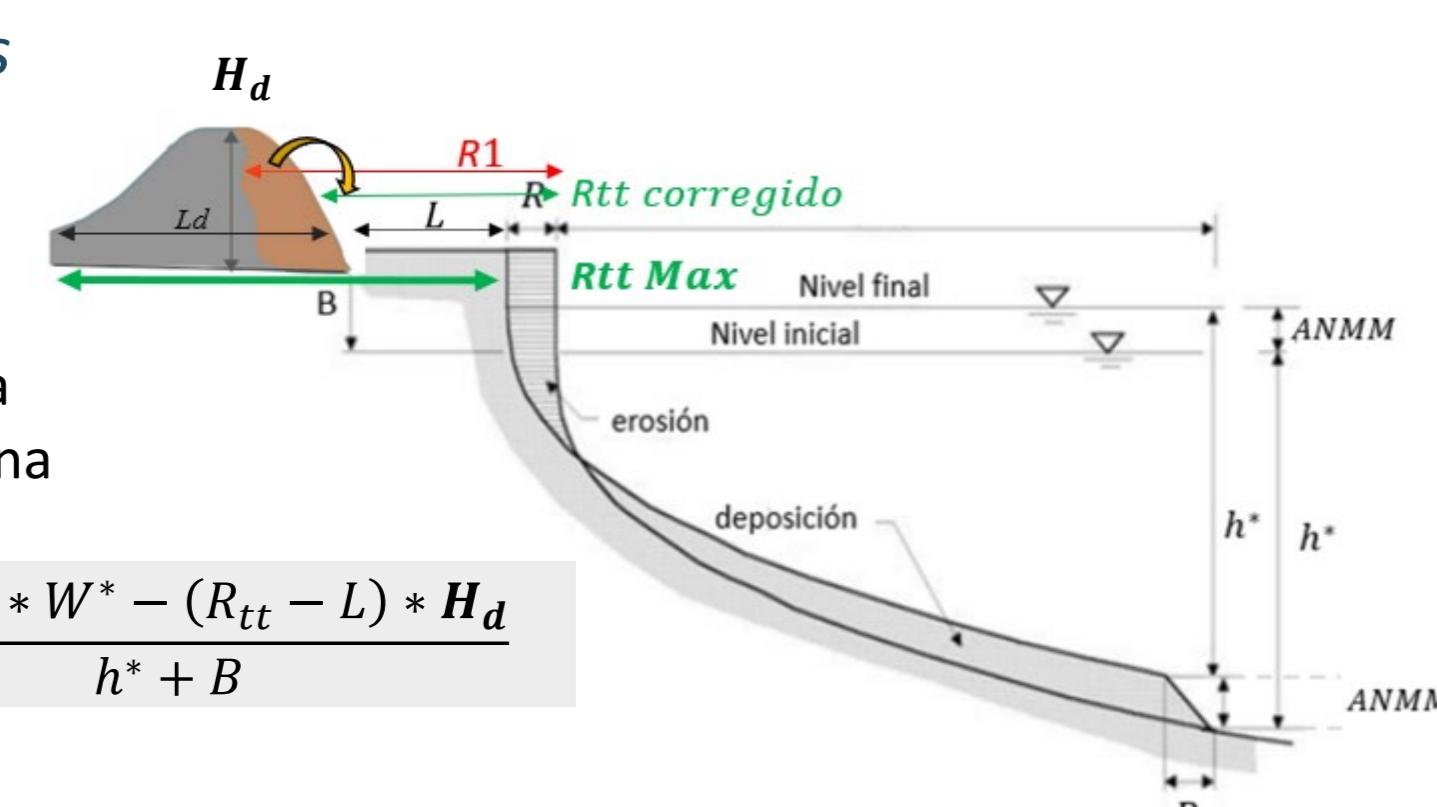
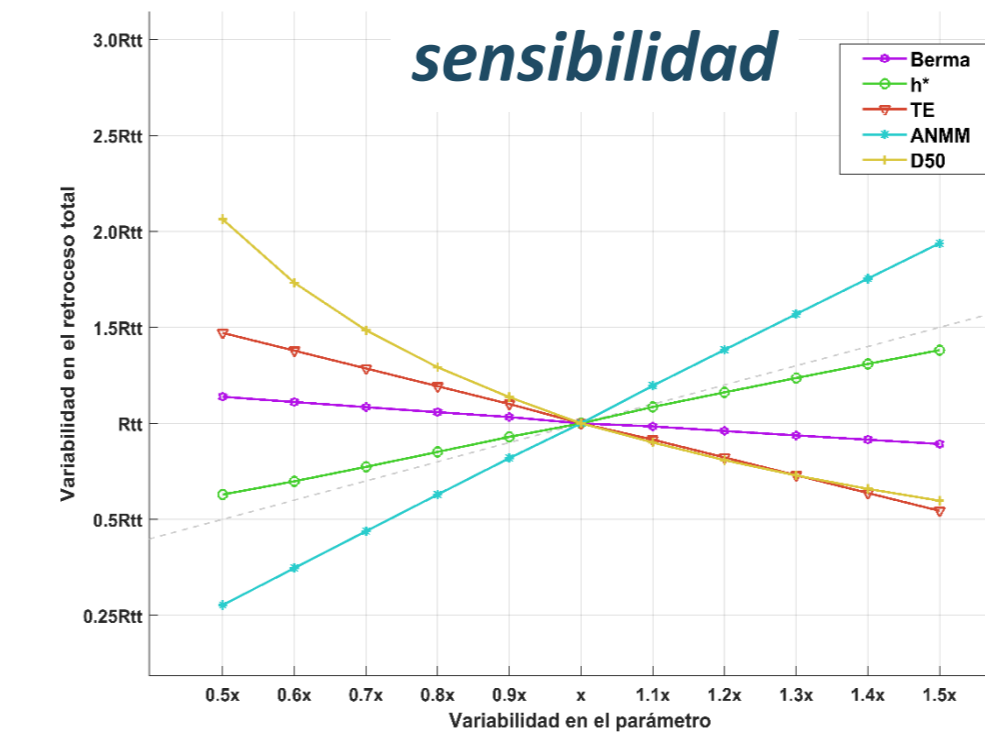


Figura 3. Adaptaciones propuestas para los perfiles de laja rocosa y duna, respectivamente.

Para cada provincia, se evaluaron los parámetros relevantes en el retroceso costero a través de los siguientes análisis (Fig4).

### Análisis de sensibilidad



### Análisis de incertidumbre

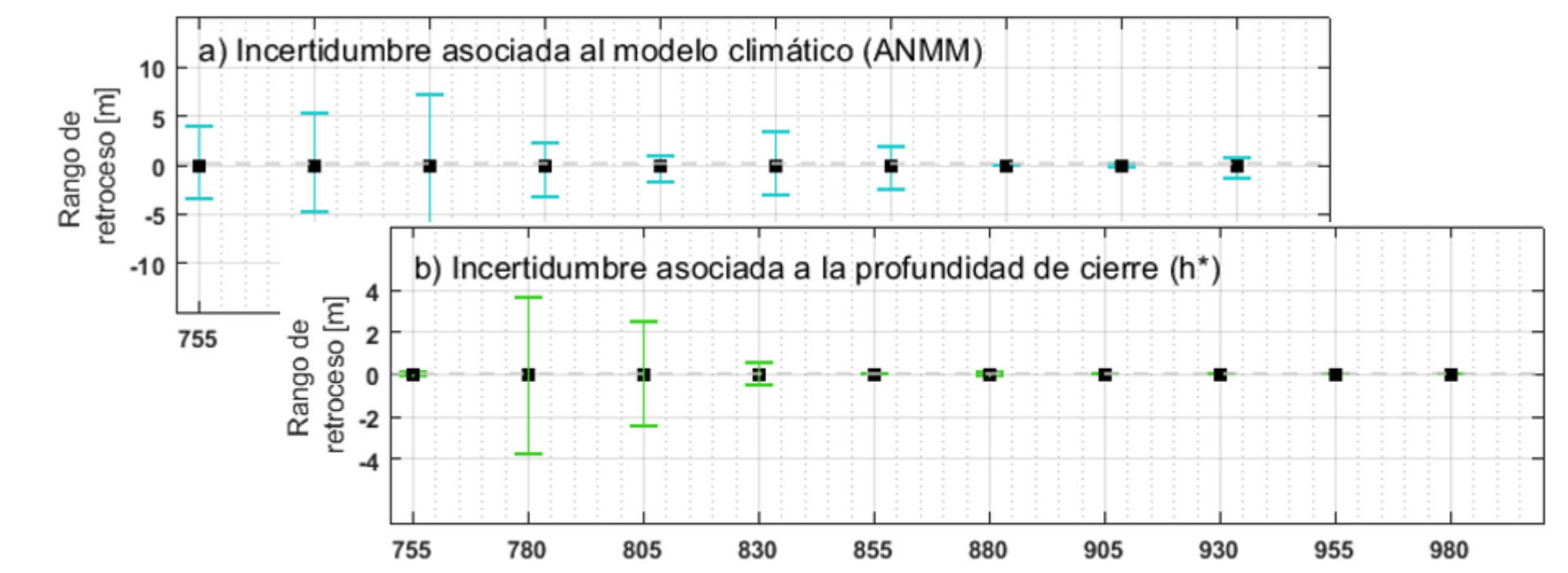


Figura 4. Análisis de la incertidumbre y sensibilidad de los parámetros relevantes para el retroceso costero.

## 4. Aplicación regional

## Aplicación regional del modelo adaptado al litoral andaluz

### 4.1. Caracterización, clasificación y obtención de todos los parámetros y variables de cálculo

Los más de 910km de costa andaluza, fue sectorizada en 1281 perfiles (Fig4), en los que se obtuvieron las variables necesarias.

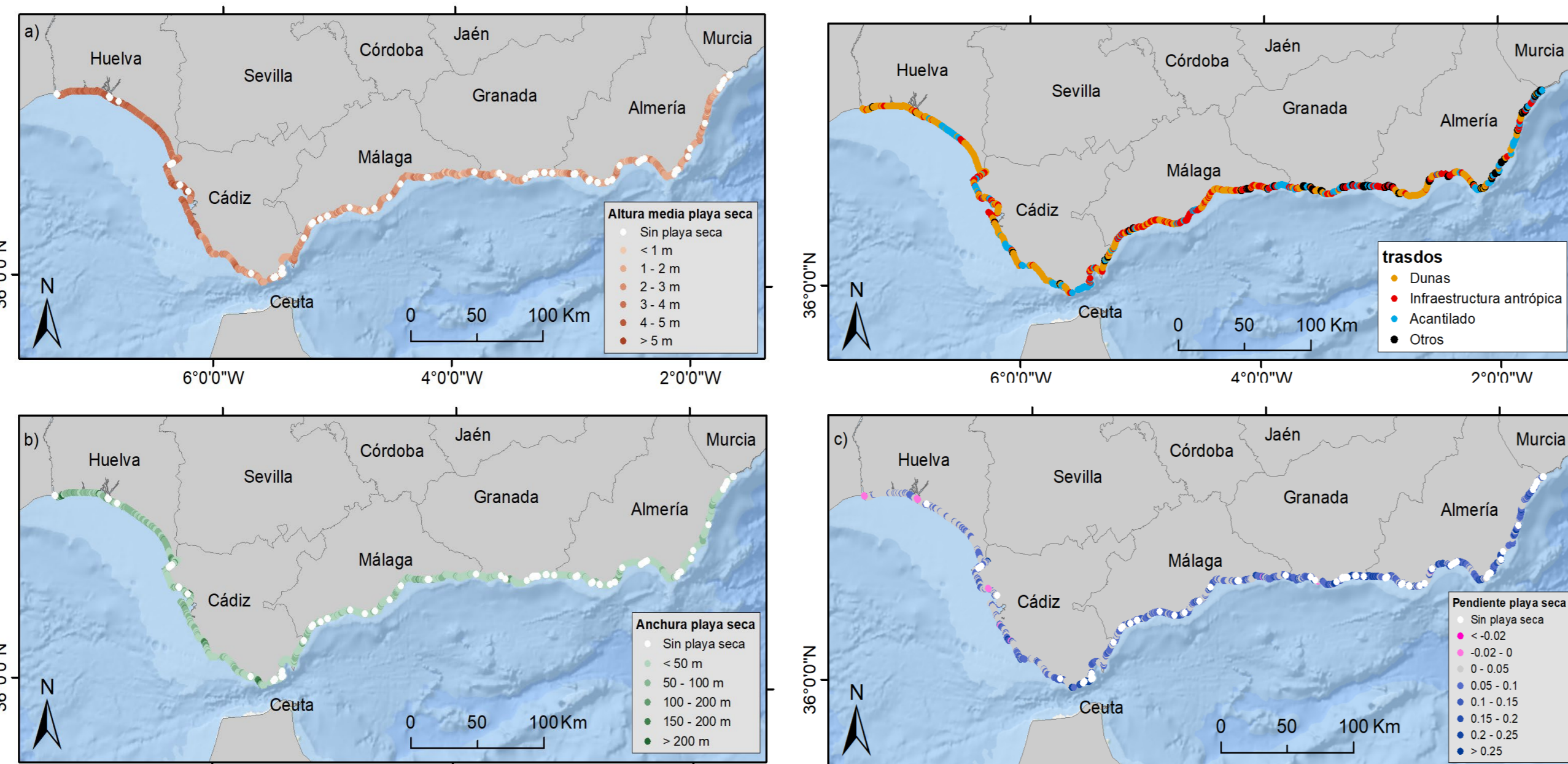


Figura 4. Ejemplos de algunas de las variables obtenidas en la caracterización de la costa Andaluza.

### 4.2. Generación de una base de datos homogénea con los parámetros obtenidos (40992 datos)

Para cada uno de los perfiles establecidos, se obtuvieron las siguientes variables (Fig5):

- Hidrodinámica (Hs y Tp)
- Tipo de costa (c)
- Tipo de trasdós (t)
- Tipo de perfil (p)
- Pendiente del perfil (m)
- Anchura del perfil (W\*)
- Altura de la berma (B)
- Tamaño sedimento (D50)
- Profundidad de cierre (h\*)
- Anchura de playa seca (L)

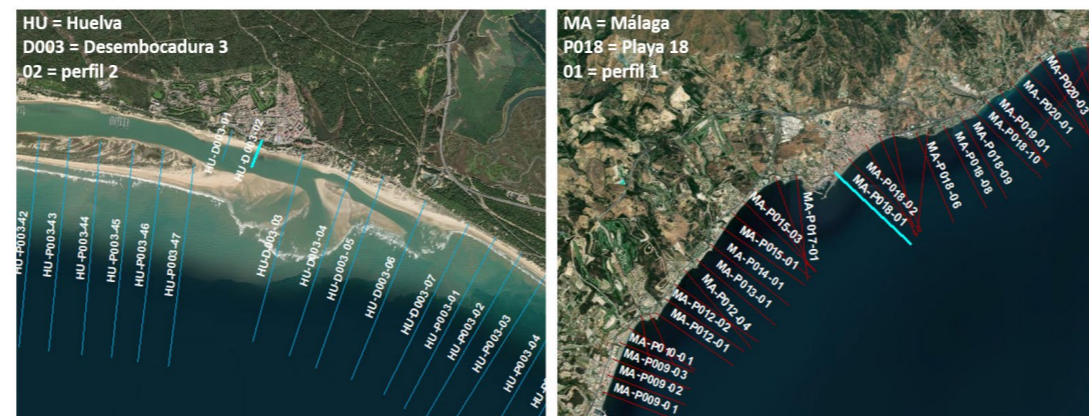
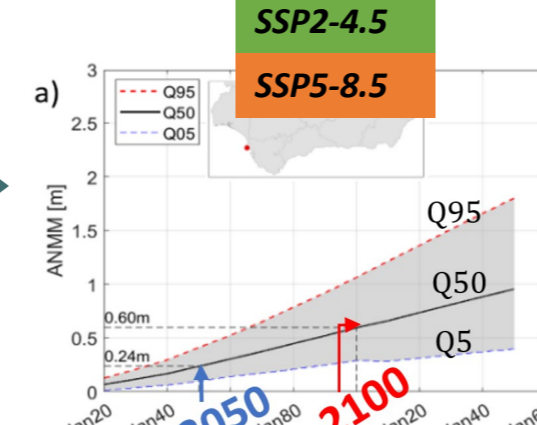


Figura 5. Parámetros obtenidos (izquierda) y ejemplos de la caracterización en perfiles de playa (derecha).

### 4.3. Aplicación regional del modelo adaptado de Bruun en el litoral andaluz

Con todas las variables obtenidas, se pudo aplicar la metodología y formulaciones propuestas para cuantificar el retroceso de la línea de costa, esperable para los años horizonte (2050 y 2100).

### 4.4. Desarrollo de herramientas software interactivas para visualizar los resultados



## 7. Conclusiones

De la consecución de este proyecto se derivan las siguientes conclusiones:

- El modelo propuesto es aplicable regionalmente y sirve para identificar "hotspots" de erosión en el largo plazo.
- El modelo propuesto complementa a la Regla de Bruun, extendiendo su aplicación en ambientes costeros complejos.
- El retroceso de la línea de costa se ve afectado mayoritariamente por la incertidumbre asociada al ANMM, seguido de h\*, B y D50.
- El litoral atlántico es el más amenazado, se esperan retrocesos de la línea de costa que podrían alcanzar los 50 m hacia finales de 2100.
- Para el litoral mediterráneo se esperan retrocesos de la línea de costa inferiores a los 20 m hacia finales de 2100 (SSP2-4.5).

## 8. Referencias

Bruun, P. (1962). Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion. *Journal of the Waterways and Harbors Division*, 88(1), 117-130. <https://doi.org/10.1061/JWHEAU.0000252>  
 Rosati, J. D., Dean, R. G., & Walton, T. L. (2013). The modified Bruun Rule extended for landward transport. *Marine Geology*, 340, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.04.018>  
 Toimil, A., Losada, I. J., Camus, P., & Díaz-Simal, P. (2017). Managing coastal erosion under climate change at the regional scale. *Coastal Engineering*, 128, 106-122.  
 Dean, R.G., Houston, J.R. (2016). Determining shoreline response to sea level rise. *Coastal engineering*, 114:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2016.03.009>

## 5. Resultados obtenidos

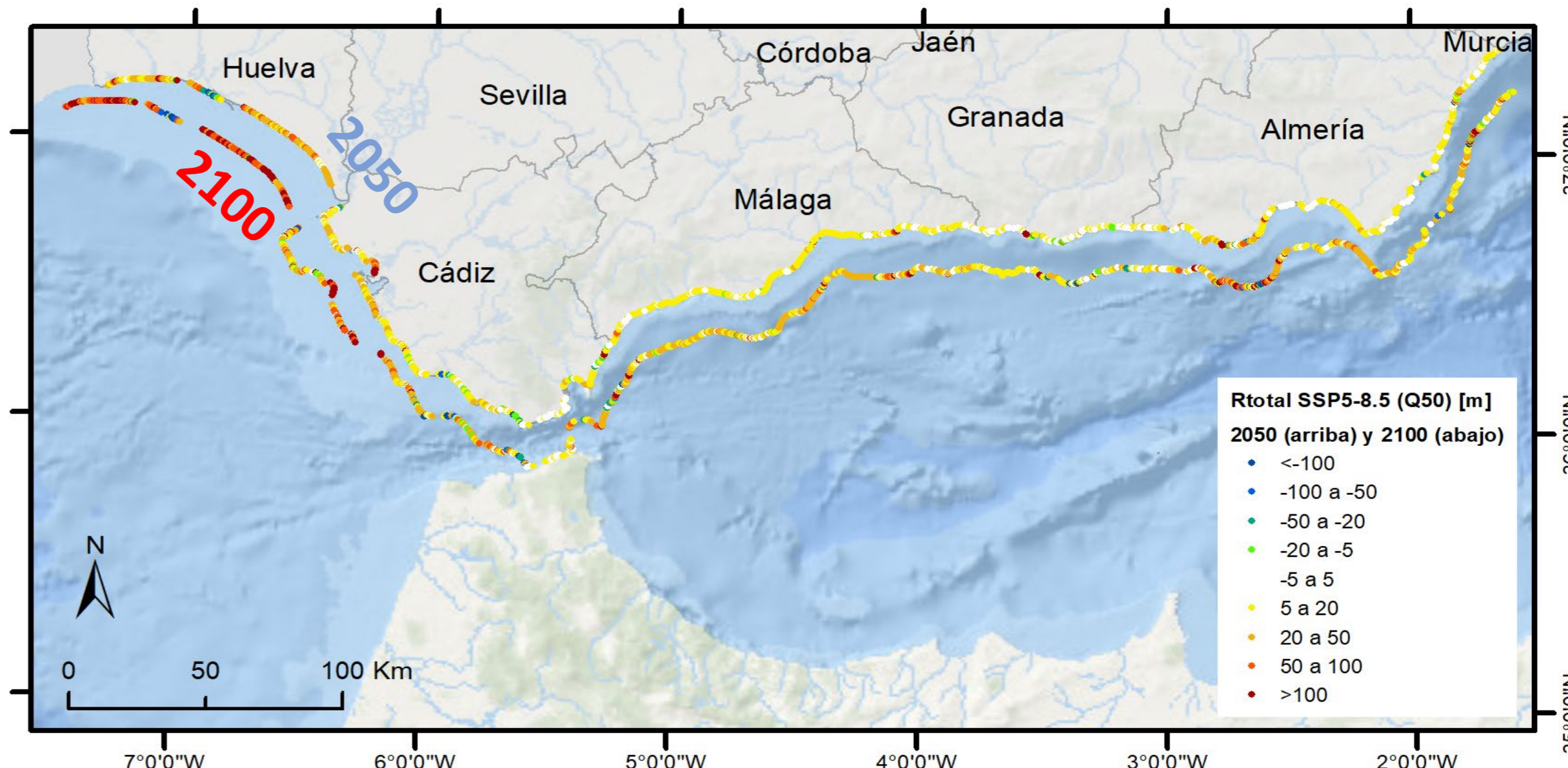


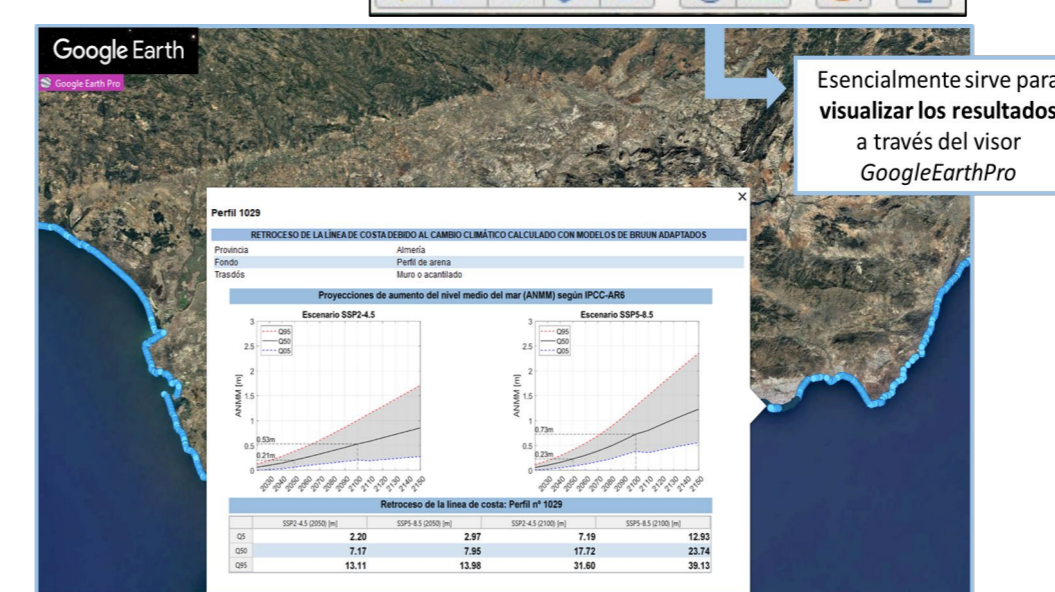
Figura 7. Resultados del retroceso esperado según el escenario climático SSP5-8.5.

## 6. Productos finales

### 1. Base de datos

Diseñada para los gestores y personal de las demarcaciones Andaluzas.

### 2. KMZ



Permite la modificación de cualquiera de los parámetros de cálculo empleados y recalcular los retrocesos obtenidos.

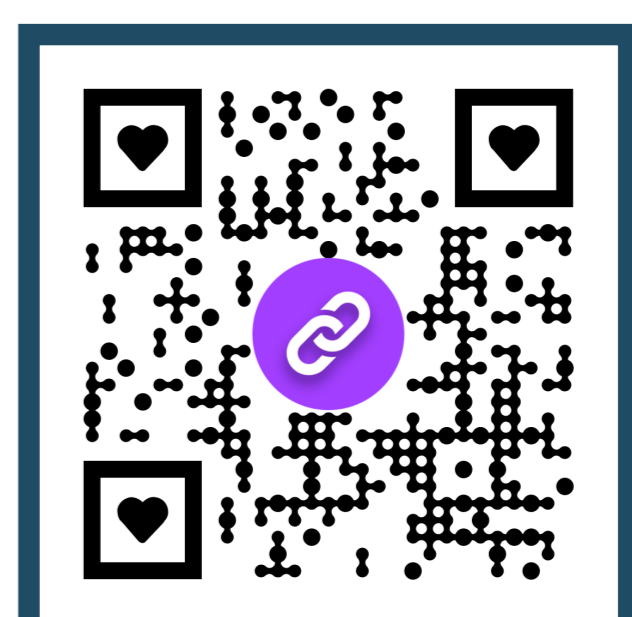
## 3. Software IH-BRUUN



Figura 8. Ejemplos gráficos de las dos herramientas generadas en este proyecto.

¿Quieres llevarme contigo?

Aquí encontrarás el póster en formato PDF



Link: <https://qr.codes/WTIEYO>

