



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MODELACIÓN DE LLANURAS MAREALES EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR,  
(SO, ESPAÑA)**

**Pablo Muñoz López<sup>1</sup>, Irene Nadal Arizo<sup>2</sup>, Simone Sammartino<sup>3</sup>, Jesús García Lafuente<sup>4</sup> y Antonio Bejarano Moreno<sup>5</sup>**

*Grupo de Oceanografía Física Univ. de Málaga (GOFIMA) e Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), España, pablomlo@uma.es<sup>1</sup>; GOFIMA e IBYDA, España, inadal@ctima.uma.es<sup>2</sup>; GOFIMA, IBYDA e Instituto Ingeniería Oceánica, Univ. de Málaga, España, ssammartino@ctima.uma.es<sup>3</sup>; GOFIMA, IBYDA, España, glafuente@ctima.uma.es<sup>4</sup>; Autoridad Portuaria de Sevilla, España, abejarano@apsevilla.com<sup>5</sup>*

**Abstract**

The Guadalquivir estuary (SW, Spain) is a complex system influenced by various factors such as maritime traffic, agricultural and aquaculture water usage, and its proximity to the UNESCO Biosphere Reserve, Doñana. Recent attention has been given to the restoration of shores and marshes. The recovery of tidal flats in the lower estuary has long been proposed as a solution to shore degradation and potential negative impacts from bathymetric changes. However, previous studies have relied on basic 1D models, calling for more comprehensive investigations using advanced computational models like the one developed by GOFIMA. This study focuses on simulating tidal flats with different surfaces, depths, and locations connected to the navigation channel. Results are compared with a configuration excluding tidal flats, considering only the main force (astronomical tide) and fixed boundary conditions. The aim is to understand the effects of tidal flats recovery on tidal harmonics of surface oscillations and currents, and the salinity distribution along the estuary. Findings highlight the critical role of the amount of water exchanged with restored tidal flats and their location in inducing changes in tidal and saline dynamics. Future research will explore additional physical variables and realistic scenarios of tidal flat restoration.

**Introducción**

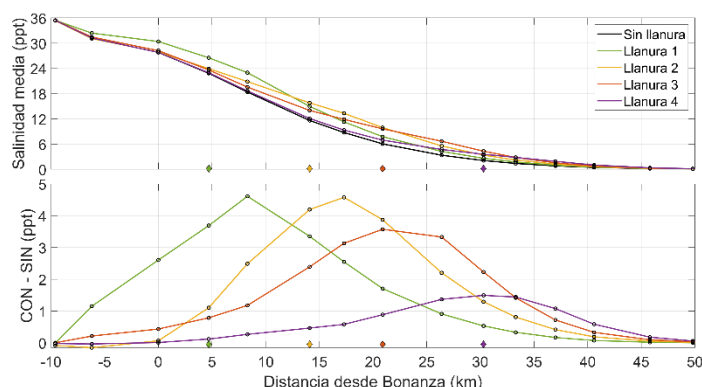
El estuario del Guadalquivir, ubicado en el suroeste de España, es un sistema estuarino en el que se lleva tiempo considerando la restauración de orillas y marismas como medida para contrarrestar la degradación del ecosistema (Gallego-Fernández et al., 2007; BOJA n° 121, 2021). En particular, se ha propuesto la recuperación de marismas mareales en la parte baja del estuario como solución para paliar las posibles consecuencias negativas asociadas a diversos cambios en el estuario (Siles-Ajamil et al., 2019). Sin embargo, los estudios realizados se han basado únicamente en modelos exploratorios unidimensionales, que, si bien proporcionan una primera evaluación de las tendencias, resultan limitadas para profundizar en el problema, por lo que es necesario realizar investigaciones utilizando modelos computacionales más complejos, como el desarrollado y calibrado por GOFIMA. Dicho modelo es el empleado en este trabajo.

**Metodología**

Se han creado diferentes dominios que simulan una llanura mareal y se han realizado experimentos con 2 superficies, 4 batimetrías y 4 ubicaciones para 2 conexiones distintas entre la llanura mareal y el estuario. Los resultados se comparan con una configuración sin llanuras mareales, donde sólo se considera el forzamiento principal (marea astronómica) y se fijan condiciones de contorno constantes: descarga hidrológica de 25 m<sup>3</sup>/s ~110 km aguas arriba y salinidad de 36.7 ppt en la desembocadura.

## Resultados

Para comprender el efecto de la recuperación de llanuras mareales en la parte baja del estuario, se han evaluado las modificaciones que estas generan en las oscilaciones superficiales del nivel, las corrientes y la distribución de la salinidad a lo largo del estuario. En la Figura 1 se observan perfiles longitudinales de salinidad y diferencias entre los casos analizados y la situación inalterada de referencia, como ejemplo de resultados obtenidos en este estudio.



**Figura 1.** Panel superior: perfiles longitudinales del valor promedio de salinidad para el caso SIN llanura y las 4 ubicaciones de las llanuras para una misma configuración de esta. Panel inferior: perfiles longitudinales de las diferencias de salinidad calculadas como la simulación CON menos SIN llanura. En ambos paneles se indica la ubicación de las llanuras con rombos usando el mismo código de color que los perfiles.

## Conclusiones

Este estudio destaca la importancia de realizar investigaciones detalladas con modelos computacionales complejos para comprender los efectos de la restauración de llanos mareales en ecosistemas estuarinos. Los resultados resaltan la relevancia del volumen de agua intercambiada y la ubicación de los llanos mareales como variables críticas en la dinámica mareal y salina. En futuros estudios se incluirán otras variables físicas y se abordarán casos más realistas de restauración de llanuras mareales, con el fin de obtener una visión más precisa de los impactos de su restauración.

## Bibliografía

Gallego-Fernández, J., & Novo, F. (2007). High-Intensity Versus Low-Intensity Restoration Alternatives of a Tidal Marsh in Guadalquivir Estuary, SW Spain. *Ecological Engineering*, 30, 112-121, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.11.005>.

Project for the enhancement and recovery of the agricultural landscape of the Lower Guadalquivir. Municipalities of Trebujena and Jerez. Province of Cádiz. (25 de junio de 2021). BOJA, 121, 27. Extraído de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/121/27>.

Siles-Ajamil, R., Díez-Minguito, M., & Losada, M. Á. (2019). Tide propagation and salinity distribution response to changes in water depth and channel network in the Guadalquivir River Estuary: An exploratory model approach. *Ocean & Coastal Management*, 174, 92-107, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.015>.

## Agradecimientos

Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y Centro de Supercomputación y Bioinnovación de la Universidad De Málaga (PICASSO).