

## RESTAURACIÓN HIDRODINÁMICA DEL MOLINO DE MAREAS DE SANTA OLAJA (ESTUARIO DE JOYEL EN CANTABRIA)

P. Núñez<sup>1</sup>, M. Jiménez<sup>1</sup>, A. García<sup>1</sup>, I. Claramunt<sup>1</sup>, B. Echávarri<sup>1</sup>, J. A. Juanes<sup>1</sup>

1. Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España [nunezp@unican.es](mailto:nunezp@unican.es)

### INTRODUCCIÓN

El estuario de Joyel se localiza en el municipio de Arnuelo (Cantabria), presentando una superficie aproximada de 87 ha y un perímetro de 7 km. Históricamente, este estuario ha sufrido una notable intervención antrópica a través de la construcción de diques de aislamiento y rellenos derivando en la formación de diversas lagunas en su interior (véase la figura 1a). Entre ellas se encuentra la laguna del molino de marea de Santa Olaja, que cuenta con una superficie de 6 ha y una capacidad de unos 70000 m<sup>3</sup> en mareas vivas.

El interés ambiental y cultural de la zona ha conducido a la ejecución de diferentes actuaciones de restauración: reconstrucción del molino, declarado Bien de Interés Cultural en 2013; recuperación de rellenos en el interior de la laguna del molino y restauración del espacio utilizado como vertedero de inertes.

En los últimos años, el molino de Santa Olaja se ha venido utilizando como centro educativo y museo etnográfico (véase la figura 1b). Con la finalidad de poder dar cabida al número de visitas requerido con un amplio margen de seguridad, se ha optado por una gestión artificial de la laguna consistente en el almacenamiento de agua en su interior. Esto ha generado un importante proceso de eutrofización (véase la figura 1c).

Con objeto de hacer frente a la problemática existente, se vienen utilizando los periodos de mareas vivas para limpiar y embalsar agua en la laguna. Concretamente, se emplean las mareas vivas con coeficientes superiores a 80, que tienen lugar cada 15 días, y se permite la renovación del agua durante 15 h para favorecer la limpieza del embalse. Sin embargo, ha podido comprobarse que se trata de una medida insuficiente. Es por ello que se propone una nueva actuación, basada en la puesta en funcionamiento de las antiguas compuertas del molino localizadas en los tajamares, que permita la entrada natural de la onda de marea exterior incrementando el caudal de llenado-vaciado de la laguna y modificando el patrón de circulación del agua dentro del sistema.

La implementación de dicha actuación permitirá realizar la restauración de la laguna así como continuar desarrollando la actividad educativa-cultural del molino.



Figura 1. a) Estructuras localizadas en el estuario de Joyel, b) edificio del molino de Santa Olaja y c) problema de eutrofización en la laguna.

## METODOLOGÍA PARA LA RESTAURACIÓN HIDRODINÁMICA DEL MOLINO

La metodología planteada para la rehabilitación hidrodinámica de la laguna del molino consiste en aplicar modelado numérico para valorar, en una serie de alternativas, dos aspectos fundamentales de la restauración: tiempo de renovación del agua en el interior de la laguna y porcentaje de tiempo en el que el molino puede recibir visitas, buscando un equilibrio entre ambos.

Para disponer de un modelo hidrodinámico fiable es necesario contar con datos instrumentales de variables oceanográficas que permitan calibrarlo. Con esta finalidad se han llevado a cabo, entre los meses de abril y junio de 2016, una serie de campañas de campo en las que se han recolectado datos de batimetría, series temporales de nivel y perfiles de corrientes. Las figuras 2 y se 3 muestran, respectivamente, la localización y los equipos empleados para registrar los datos de niveles y corrientes.

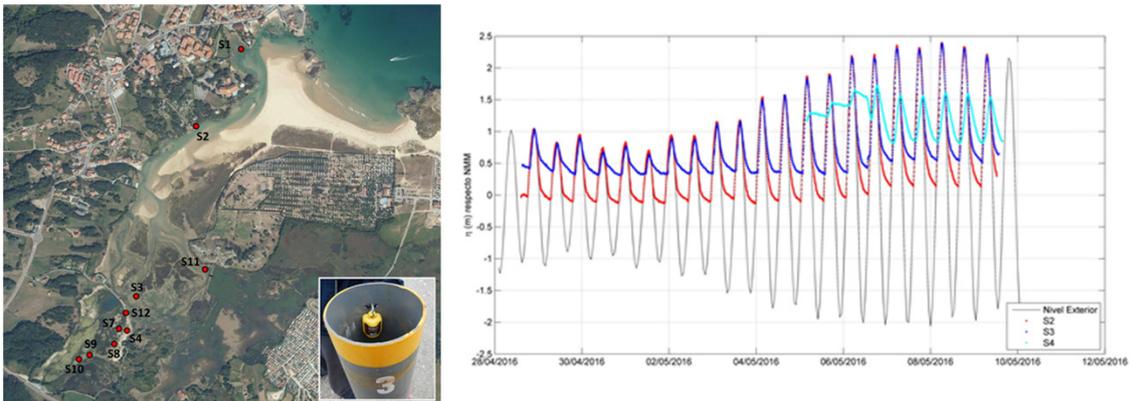


Figura 2. Localización de los sensores de presión y serie de nivel registrada durante la campaña (28/04/2016 - 09/05/2016) por los sensores S2, S3 y S4.

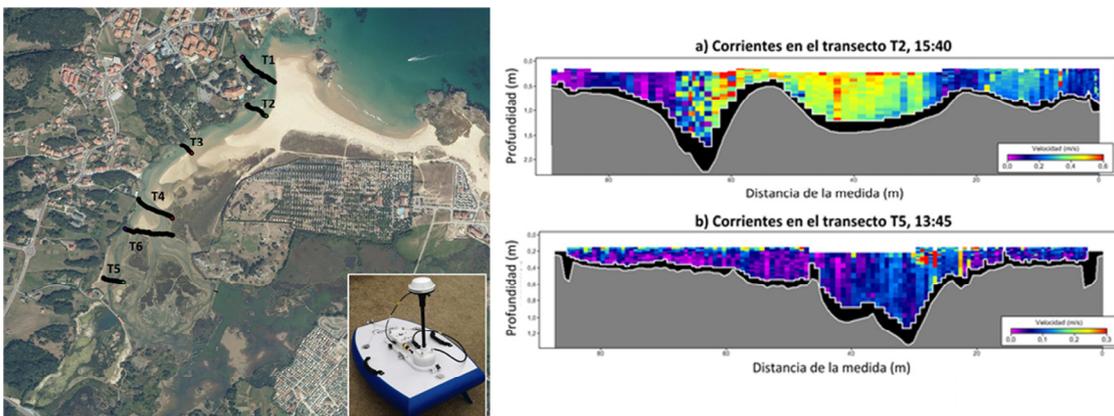


Figura 3. Transectos donde se registraron medidas con el equipo River Surveyor (01/06/2016) y perfiles de velocidad en los transectos T2 y T5.

En el estudio se ha calibrado el modelo hidrodinámico, se ha analizado el estado de la dinámica actual del estuario de Joyel así como el de las alternativas planteadas para rehabilitar la dinámica de inundación en el molino, evaluando los efectos hidrodinámicos y morfodinámicos que produciría dicha actuación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Europea en el marco del proyecto CONVIVE-LIFE (LIFE14 NAT/ES/001213).