

## ANÁLISIS DE FUERZAS SOBRE UNA TORRE DE CAPTACIÓN MEDIANTE MODELADO FÍSICO Y NUMÉRICO

M. F. Álvarez de Eulate<sup>1</sup>, J. L. Lara<sup>1</sup>, A. Álvarez<sup>1</sup>, D. Blanco<sup>1</sup>, G. Barajas<sup>1</sup>,  
A. Sáinz<sup>1</sup>, S. Arjona<sup>1</sup>, N. Janer<sup>2</sup>, M. González<sup>2</sup>, J. J. de la Torre<sup>2</sup>

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

2. SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. Calle Creu Casas i Sicart, 86-88. Parc de l'Alba 08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona). [nuria.janer@sener.es](mailto:nuria.janer@sener.es), [marta.gonzalez@sener.es](mailto:marta.gonzalez@sener.es), [juanjose.delatorre@sener.es](mailto:juanjose.delatorre@sener.es)

### INTRODUCCIÓN

Las torres de captación son estructuras sumergidas cuyo uso es común como parte de los sistemas para la obtención de agua del medio marino para diferentes usos (sistemas de refrigeración en plantas de generación de energía, en plantas desaladoras, etc.). Dichas torres se diseñan tradicionalmente mediante un cuerpo central cilíndrico hueco en el que se inserta una tubería vertical (ASCE, 1981). Este va parcialmente enterrado en el terreno si las características de éste lo permiten. En su parte superior se dispone de una tapa superior, bajo la que se colocan los elementos que permiten la entrada de fluido, formados por unas pantallas que impiden el acceso de animales y sedimentos al sistema de conducción y de un sistema de acuerdo a la tubería vertical insertada en la torre. Estos sistemas se suelen localizar en profundidades mayores de 20 m con el fin de reducir el efecto de la acción del oleaje sobre la torre, reducir o evitar la socavación del fondo alrededor de la torre y acceder a un agua con una carga de sedimentos menor. Sin embargo, la tendencia en los últimos años es la de colocar las torres de toma en profundidades menores de los 20 m, bien para minimizar el coste de la tubería de conexión con tierra o bien por condicionantes locales. Bajo estas condiciones, las torres de captación se encuentran sometidas a mayores cargas del oleaje, pudiendo incluso estar bajo la acción de olas rotas en situaciones de temporal. La información que existe en la literatura para el diseño de torres en estas circunstancias es muy limitada. El trabajo que aquí se presenta tiene como objetivo analizar las solicitaciones (fuerzas, presiones) sobre las torres de toma tanto para condiciones de trabajo (captando un caudal por la tubería) como cuando se encuentra parada (caudal nulo), mediante la combinación de modelado físico en laboratorio y modelado numérico. Para ello se empleó una nueva metodología consistente en el acoplamiento entre los modelos IH2VOF (modelo bidimensional) e IHFOAM (modelo tridimensional).

### MODELADO FÍSICO

Los ensayos fueron llevados a cabo en el Canal de Oleaje Corriente/Tsunami (CoCoTsu), situado en el Laboratorio de Hidráulica, Costa y Offshore de IHCantabria, cuyas dimensiones son 56m de largo, 2m de ancho y una altura variable de 2.8 a 1.8m, estando su sistema de generación formado por una pala tipo pistón. La escala del modelo se definió con base en una serie de simulaciones numéricas previas realizadas con el modelo tridimensional IHFOAM en las que se analizaron las condiciones del ensayo y los efectos tridimensionales que se pudiesen desarrollar. Con base en dichos resultados y la geometría propuesta se fijó una escala de 1/15.24. La configuración del modelo, que se esquematiza en la *Figura 1*, se compone por varios elementos principales que incluyen la torre parcialmente enterrada en arena; sobre dicha arena se colocó un geotextil de filtro y el manto de protección de grava. De la torre salía la tubería, que se conectó a un sistema de captación diseñado específicamente para los ensayos.

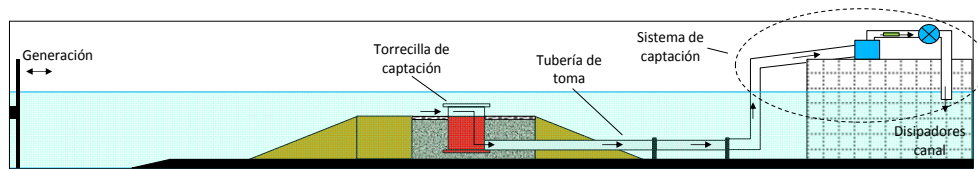


Figura 1 Esquema de la configuración del modelo físico en laboratorio.

Durante la campaña de ensayos se midió superficie libre, se grabaron videos para analizar el comportamiento hidráulico de la toma (existencia de vórtices, entrada de aire en la tubería, control de los niveles alrededor de ésta), se midieron caudales en la tubería de captación para asegurar las condiciones de trabajo reales y se analizó también la estabilidad del manto de grava mediante la técnica de flickering y se midieron presiones en el interior y exterior de la torre (tanto en la zona enterrada como en la que no lo estaba). Para la medida de dichas presiones se diseñó un sistema de sensores integrados en la propia torre (Figura 2) con el objetivo de producir la mínima interferencia con el flujo.



Figura 2 Modelado físico. Integración de sensores de presión en la torre.

Como resultado de dichos ensayos se obtuvieron, para una serie de combinaciones de estados de mar, niveles y caudales, las presiones en varios puntos de la torre, fuerzas integradas en la tapa, evolución del manto de grava antes y después de cada ensayo, y videos de la toma y de la tubería de captación.

### MODELADO NUMÉRICO

Como se comentó en la introducción, el modelado numérico se llevó a cabo utilizando una metodología recientemente desarrollada en IHCantabria, que consiste en la hibridación o acoplamiento de los modelos IH2VOF (2D) e IHFOAM (3D). Mediante este acoplamiento se consigue la optimización numérica de los costes computacionales, ya que con la herramienta IH2VOF, menos costosa computacionalmente, se simulan los estados de mar completos. A partir de los resultados obtenidos, se seleccionan los grupos de olas pésimos (en este caso en términos de fuerzas). Dichos grupos pésimos son el dato de entrada para el modelo tridimensional IHFOAM, que permite reproducir de forma numérica los ensayos en laboratorio (Figura 3). Como resultados del modelado numérico se obtuvieron presiones y fuerzas sobre la toma y superficie libre a lo largo de todo el dominio.

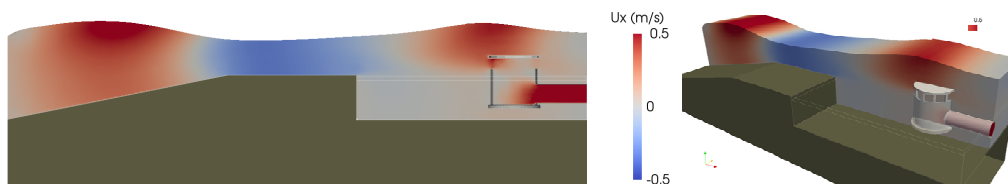


Figura 3 Modelado numérico con IHFOAM.

### REFERENCIAS

ASCE, 1981. Design of Water Intake Structures for Fish Protection. New York.