

**APLICACIONES DE LAS FORMULACIONES DE CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES FRENTE  
A LA SOCAVACIÓN EN CIMENTACIONES TIPO MONOPILOTE  
DE AEROGENERADORES MARINOS**

Luciano Sanz Yavarone\*#  
Universidad Europea. [sanzluciano@hotmail.com](mailto:sanzluciano@hotmail.com)

M. Dolores Esteban Pérez  
Universidad Europea. [mariadolores.esteban@universidadeuropea.es](mailto:mariadolores.esteban@universidadeuropea.es)

Vicente Negro Valdecantos  
Universidad Politécnica de Madrid. [vicente.negro@upm.es](mailto:vicente.negro@upm.es)

José Santos López Gutiérrez  
Universidad Politécnica de Madrid. [josesantos.lopez@upm.es](mailto:josesantos.lopez@upm.es)

\* Autor de enlace. # Ponente para la presentación

**Preferencia de presentación:**     Sesiones I+D+i                                     Sesiones Empresariales

**Resumen:**

La investigación se centra en una aplicación práctica que permite calcular el peso de los elementos de escollera de protección frente a la socavación, presente en cimentaciones de aerogeneradores marinos con tipología monopilote.

Este estudio fue motivado por varias razones. Una de ellas es que la industria eólica marina viene creciendo exponencialmente en los últimos años. Aunque han transcurrido 25 años desde la construcción del primer parque eólico marino, todavía quedan muchas incertidumbres por resolver en este campo, siendo una de ellas el dimensionamiento de las cimentaciones (Negro *et al.*, 2014).

Otra de las razones se fundamenta en que la socavación ha demostrado ser clave en el mantenimiento de estas instalaciones, como se deduce de la evolución del fenómeno sólo unos años después de la construcción de los parques. En caso de no contemplarse adecuadamente el fenómeno de socavación, podría dar lugar a paradas operacionales, modificaciones de las frecuencias del sistema e incluso el colapso de la estructura (Matutano *et al.*, 2013).

Se ha seleccionado la tipología monopilote por representar alrededor del 80% de las cimentaciones instaladas a día de hoy en Europa. Por otro lado, en base a análisis estadísticos, se observó que la preferencia de uso en los sistemas de protecciones antisocavación se inclina actualmente hacia el material granular tipo escollera o *riprap* (figura 1).



Fig. 1. Detalle de protección de escollera frente al fenómeno de la socavación

La metodología de la investigación consistió en las siguientes fases: 1) revisión del estado del conocimiento del fenómeno de socavación, de los sistemas de protección frente a ella y de las formulaciones para calcular las protecciones tipo escollera, 2) selección de los casos de estudio y recopilación de la información existente, 3) aplicación de diferentes formulaciones para el cálculo del peso de la escollera antisocavación a los casos de estudio, y 4) comparación de los resultados obtenidos mediante la aplicación de las fórmulas con los valores reales existentes en los parques eólicos analizados.

En concreto, los casos de estudio seleccionados han sido los parques eólicos marinos que se muestran en la figura 2, que son Arklow Bank fase 1, Egmond aan Zee, Horns Rev fase 1, Princess Amalia y Scroby Sands.



Fig. 2. Casos de estudio

Como resultado de la investigación se encontró que al aplicar las formulaciones de cálculo seleccionadas, estas presentan notables diferencias debido a que cada investigador ha propuesto una metodología diferente en la obtención de su principal variable, la velocidad, y al estar esta elevada a una potencia cuadrática, sus resultados son muy sensibles a cualquier variación, obteniéndose de la aplicación de dichas fórmulas valores muy dispares. Esta dispersión es del orden de 15 veces, cuando se comparan los valores de los pesos de escollera.

#### Referencias:

Negro, V., López-Gutiérrez, J.S., Esteban, M.D. y Matutano, C., 2014. Uncertainties in the design of support structures and foundations for offshore wind turbines. *Renewable Energy* 63:125-132.

Matutano, C., Negro, V., López-Gutiérrez, J.S. y Esteban, M.D., 2013. Scour prediction and scour protections in offshore wind farms. *Renewable energy* 57: 358-365.