

ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE UNA SUBESTRUCTURA FLOTANTE PARA EÓLICA OFFSHORE

Jesús María Blanco y Lander Galera-Calero

¹ Universidad del País Vasco, jesusmaria.blanco@ehu.es, lander.galera@ehu.es

Introducción

La eólica flotante está llamada a ser vital, debido a la tendencia de la eólica offshore de alejarse cada vez más lejos de la costa a mayores profundidades en busca de un mayor recurso eólico y de mejor calidad que el obtenido en tierra (Leble and Barakos, 2016). Sin embargo, su desarrollo es más caro que la eólica onshore. Es por ello importante intentar reducir los costes de diseño y test de las diferentes plataformas flotantes destinadas a soportar turbinas eólicas cada vez más grandes y potentes. La simulación numérica es crucial para poder estudiar de la manera más eficiente posible este tipo de estructuras, aunque sin olvidarnos de la necesidad de hacer ensayos tanto en laboratorios como en mar abierto. La CFD (Computational Fluid Dynamics) puede desarrollar este papel de apoyo y desarrollo ya que es más exacto que otros enfoques numéricos y el crecimiento de la capacidad computacional hace que cada vez este enfoque sea más rápido y accesible (Li et al., 2015).

Matemática

Las simulaciones CFD se basan en la descomposición de Reynolds de las ecuaciones de Navier-Stokes. Las ecuaciones Reynolds Averaged Navies Stokes (RANS) quedan abiertas y son necesarias otras ecuaciones para cerrarlas, ahí es donde entran los modelos de turbulencia. Durante este estudio se usó el modelo de turbulencia desarrollado por Menter, conocido como SST. Para la definición de ambos fluidos, el método de volumen de fluido VOF (Volume of Fluid) ha sido utilizado para definir los dos fluidos de la manera eficiente. Con este método también es posible definir el oleaje regular, ecuación 1:

$$\alpha_i = \frac{V_i}{V} \quad (1)$$

siendo α_i el porcentaje de volumen que un fluido ocupa en una celda, V_i el volumen ocupado por el fluido y V el volumen de la celda.

En las simulaciones de oleaje regular, para eliminar la reflexión, hace falta calcular dos coeficientes de amortiguamiento (f_1 y f_2) que son dependientes del periodo (T) y de la longitud de ola (λ) respectivamente, ecuaciones 2 y 3:

$$f_1 = \frac{2\pi^2}{T} \quad (2)$$

$$f_2 = \frac{2\pi 10^2}{\lambda} \quad (3)$$

Metodología

Para el desarrollo de las simulaciones, al considerar dos tipos de ensayo de diferente naturaleza, se han fabricado dos volúmenes de estudio asimismo diferentes. Para las pruebas de caída (decay tests), se pensó en un volumen semicilíndrico, mientras que para los test de oleaje regular (regular wave tests) en un volumen prismático de forma que se acomode en cada caso a la geometría lo más eficientemente posible.

En ambos estudios, hemos llevado a cabo un ajuste teórico para las pruebas experimentales y numéricas. Ello nos permite hacer una comparativa numérica de las propiedades de las curvas. Para las pruebas de caída, hemos hecho un ajuste teórico de una onda amortiguada, ecuación 4, lo que nos permite compara amplitud, amortiguación y frecuencia.

$$y(t) = Ae^{\gamma t} \cos(\omega_N t) \quad (4)$$

Para las pruebas de oleaje regular, hemos seguido un ajuste senoidal, pudiendo comparar tanto amplitud como periodo, ecuación 5.

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

Resultados

La primera parte del estudio lo constituyen los “decay tests”. En ellos, podemos ver que las señales, tanto experimental como numérica consiguen un buen ajuste teórico, ambas por encima de un 95%. Ello nos aporta seguridad a la hora de comparar propiedades. En la Figura 1 se muestran ambas señales con su ajuste.

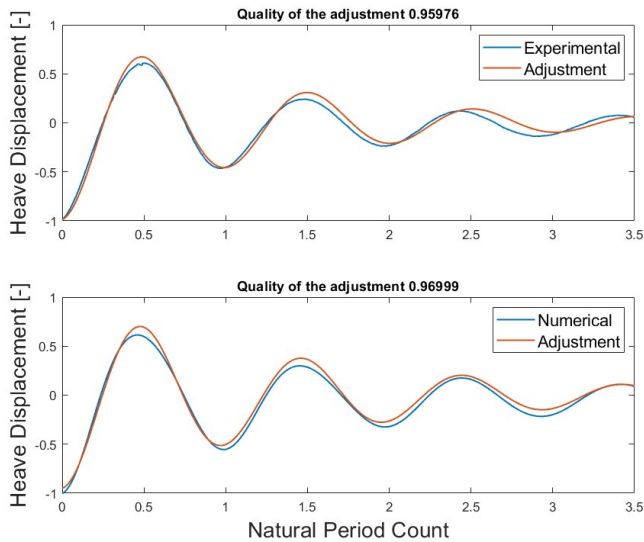


Figura 1. Ajuste de los test de caída experimental (superior) y numérico (inferior).

Es necesario poder comparar los resultados experimentales con los numéricos. En la Tabla 1 se muestra un buen acuerdo en periodo y amplitud, sin embargo, el coeficiente de amortiguación presenta un error importante.

Tabla 8. Comparativa de las propiedades de las pruebas de caída experimentales y numéricas.

Symbol	Exp (-)	Num (-)	Error (%)
A	0.987	0.98	0.7%
γ	0.44	0.36	35%
T_N	1	0.98	2%

Para los “regular wave tests” hemos seguido el mismo procedimiento. En la Figura 2 se muestran ambas señales con su ajuste preciso, mientras que en la Tabla 2 volvemos a encontrarnos con una situación similar, mostrando un gran acuerdo en el

período pero un importante error en la medida de la Amplitud.

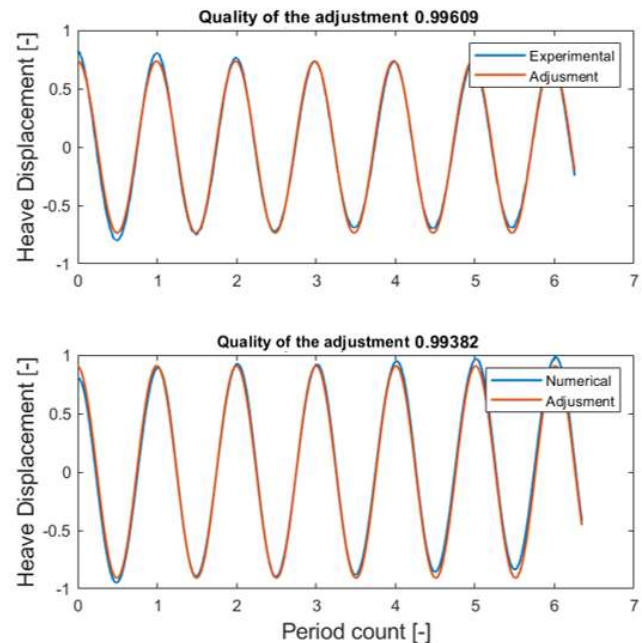


Figura 2. Ajuste teórico de las pruebas de oleaje regular experimental (superior) y numérico (inferior).

Tabla 9. Comparativa de las propiedades de las pruebas de oleaje regular y numéricas.

Symbol	Exp (-)	Num (-)	Error (%)
A	0.7385	0.9084	18.71%
T_N	1	0.99	1%

Conclusiones

Las simulaciones numéricas sobreestiman el movimiento de la plataforma. Esto puede ser debido a que se infravaloran los efectos viscosos y que la supresión de algunos grados de libertad puede afectar al comportamiento de la plataforma.

Referencias

- Leble, V., & Barakos, G. (2016). Demonstration of a coupled floating offshore wind turbine analysis with high-fidelity methods. *Journal of Fluids and Structures*, 62: 272-293.
- Li, Y., Castro, A. M., Sinokrot, T., Prescott, W., & Carrica, P. M. (2015). Coupled multi-body dynamics and CFD for wind turbine simulation including explicit wind turbulence. *Renewable Energy*, 76: 338-361.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



