



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano

FLOTABILIDAD DE UNA TURBINA EÓLICA MARINA CON PLATAFORMA TIPO DEEPCWIND

Omar Salvador Areu Rangel¹, Liliana Rodríguez Carrillo² y Rodolfo Silva Casarín¹

¹ Instituto de Ingeniería, oareu@outlook.com, rsilvac@ingen.unam.mx

² Facultad de Ingeniería UAEMéx, liliana.rod.car@gmail.com



En el diseño de la flotabilidad de turbinas eólicas marinas flotantes es de suma importancia el control del aspa debido al movimiento flotante, la gran carga de inercia en la base y góndola causada por las aceleraciones inducidas debido a movimientos flotantes etc. (Luo et al., 2012). Autores como (Tran & Kim, 2015) han analizado el efecto que tiene el movimiento de la plataforma flotante sobre la disminución de la potencia generada, a causa de efectos aerodinámicos inestables en las palas giratorias, que combinan el efecto de cizalladura o cortante del viento, pérdida dinámica, interacción pala-rotor y flujo torcido.

Debido a los efectos que tiene el movimiento de la plataforma flotante sobre la potencia y empuje aerodinámico generado de una turbina eólica, en este trabajo se analiza la dinámica de la góndola asociada al movimiento de la plataforma flotante en sus seis grados de libertad, tomando en cuenta las variables de amplitud y frecuencia del movimiento del oleaje y su respuesta sobre el movimiento de la góndola. En las Fig. 4 y 5 se muestran las características geométricas de la plataforma tipo DEEPCWIND.



Fig. 1 Turbinas eólicas marinas flotantes

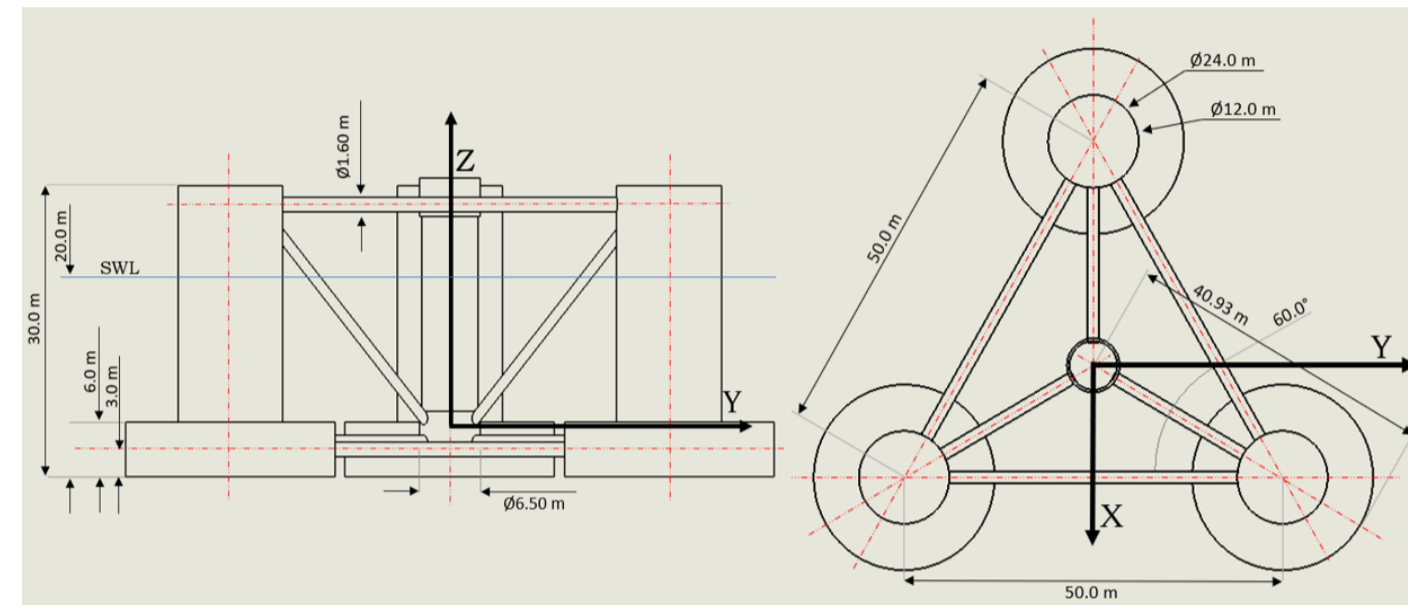


Fig. 4 Esquema de la plataforma

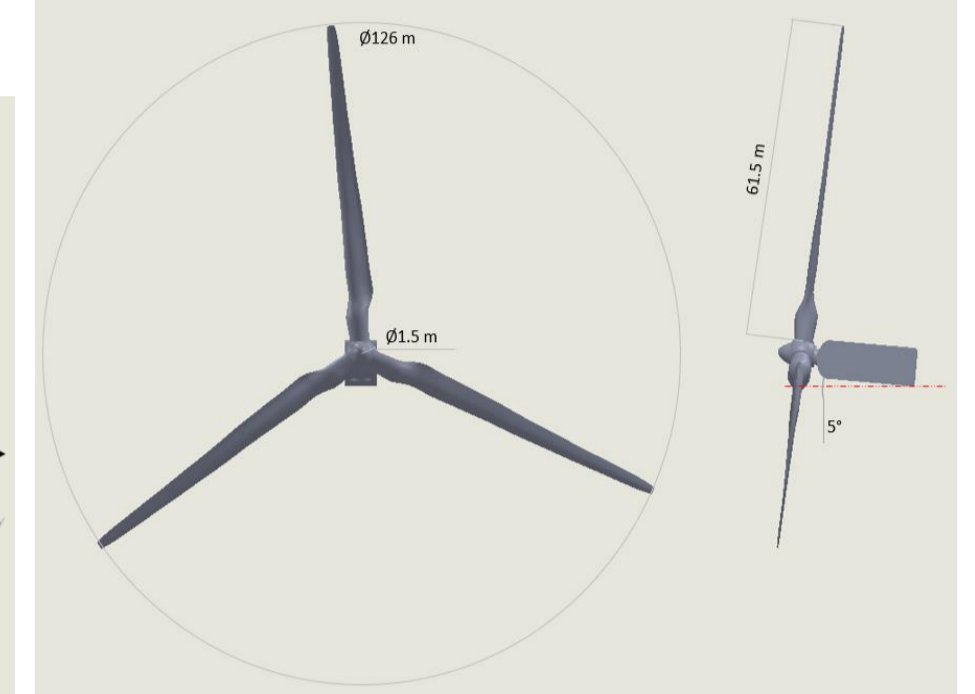


Fig. 5 Modelo de turbina eólica

Con el objetivo de validar el modelo numérico Smoothed-Particle-Hydrodynamics (SPH) y analizar la respuesta de los 6 grados de libertad de la turbina, se simulará un modelo de la plataforma tipo DeepCWind bajo condiciones de oleaje de 2 m, 7.1 m y 10.5 m para frecuencias de 7.5 s, 12.1 s y 14.3 s respectivamente (T. T. Tran & Kim, 2016). Los parámetros y características consideradas en el modelo SPH son variables hidrodinámicas, condiciones de frontera y características físicas del modelo. En la Fig. 6 también se muestra la simulación de una turbina eólica marina tipo DeepWind.

La flotabilidad del modelo numérico SPH fue validada mediante la reproducción de un experimento realizado en la Universidad de Oporto (Palm et al., 2016), la comparación de los resultados se enfoca en los 6 grados de libertad del movimiento.

La geometría del elemento flotante es un cilindro de 35 kg (Fig. 2), con un diámetro de 0.515 m, una altura de 0.40 m. Se encuentra a una profundidad de 0.9m, su momento de inercia alrededor del centro de gravedad es de $I_{xx}=0.9 \text{ kg m}^2$. El cilindro está amarrado por tres cadenas catenarias colocadas simétricamente a 120° de distancia, cada una tiene una longitud de 1.95 m.

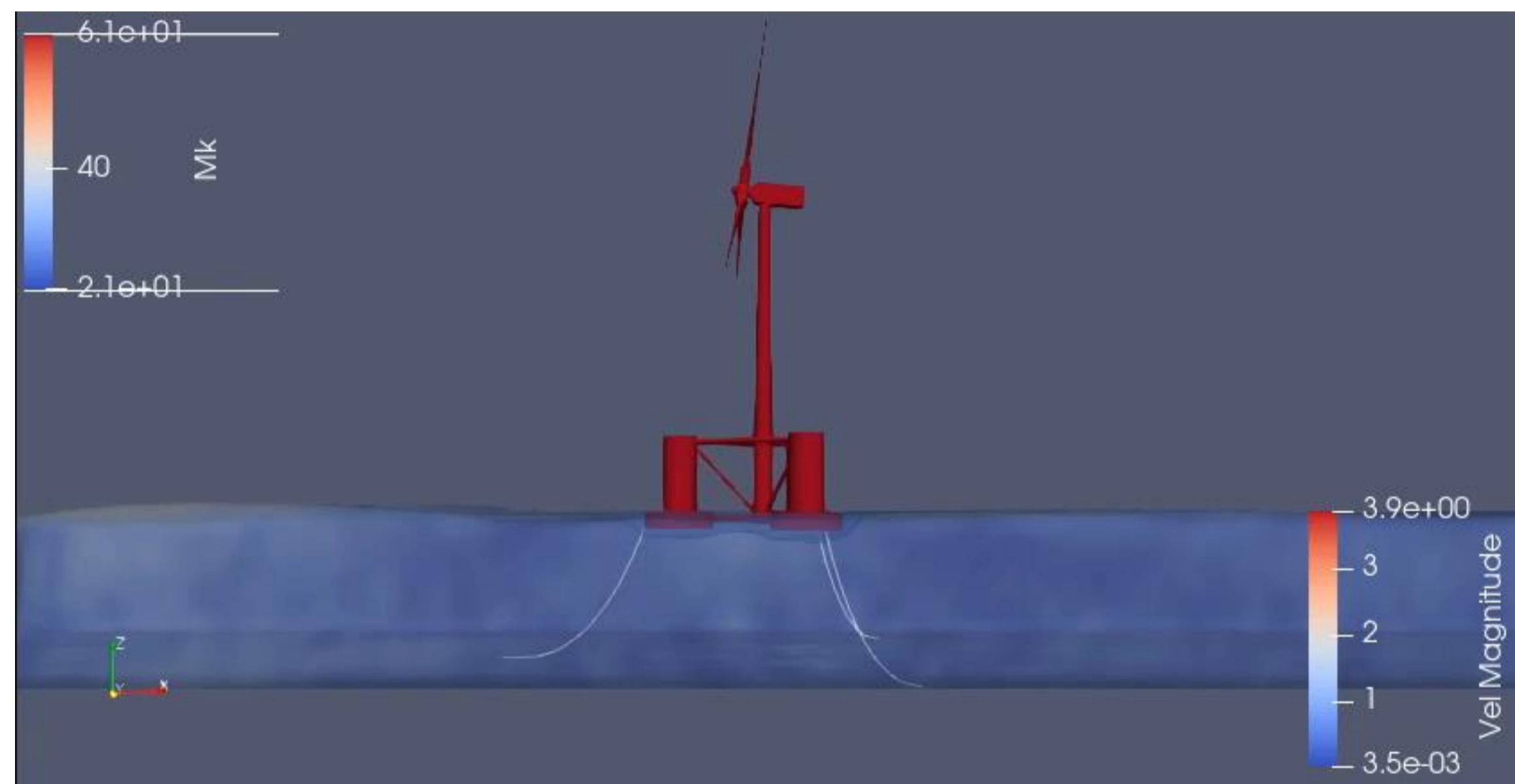


Fig. 6 Simulación de una turbina eólica marina tipo DeepCWind

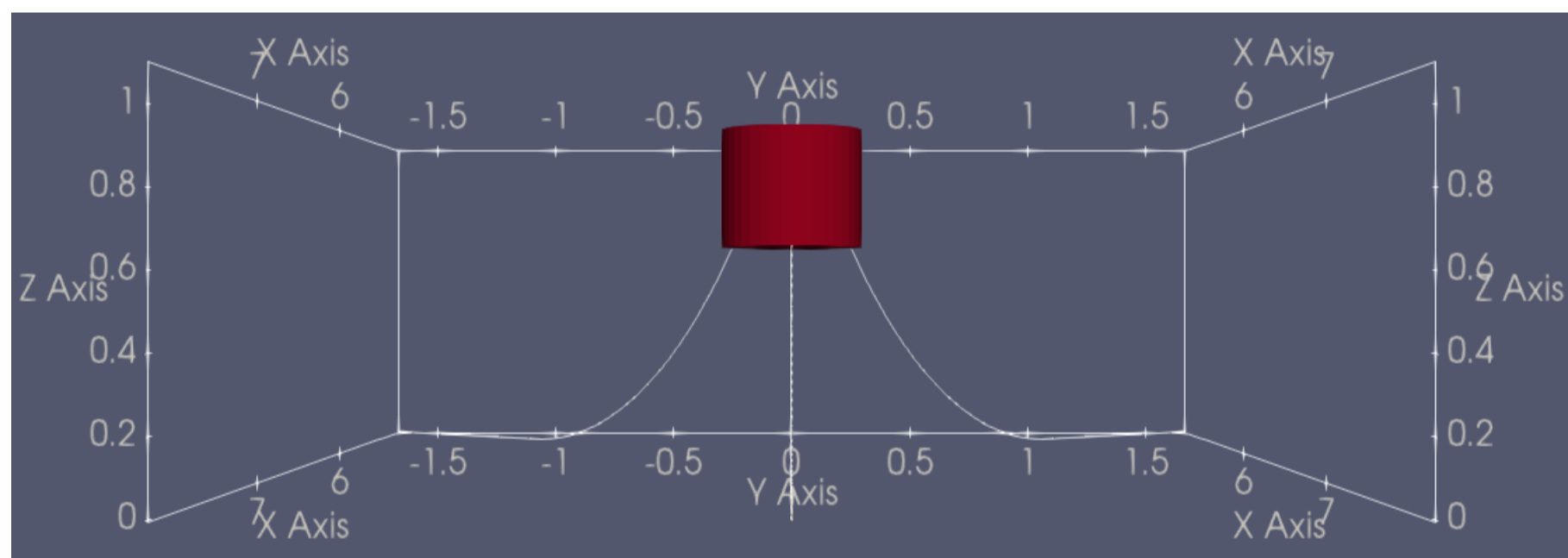


Fig. 2 Cilindro y amarres al fondo

La comparación entre el modelo SPH, el experimental y el modelo CFD para tres de los grados de libertad se muestran en la figura 3, los datos del modelo CFD y el experimental se retoman del trabajo de Palm et al., (2016). El experimento considera un modelo de una altura de ola de $H=0.08\text{m}$ con un periodo de $T=1.2\text{s}$. La Fig. 3 muestra el grado de libertad surge, los datos indican que la simulación SPH y el modelo experimental tienen una aproximación mucho mejor que con el modelo CFD, esto implica que se reproduce correctamente la cadencia de la flotabilidad en dirección del oleaje.

En la Fig. 7 se muestra la comparación de los resultados SPH con los datos de T. T. Tran & Kim, 2016. Se puede observar que el método SPH reproduce correctamente la cadencia los grados de libertad Surge y Heave, movimientos en los ejes X y Z, al igual que el giro en el eje Y, Pitch.

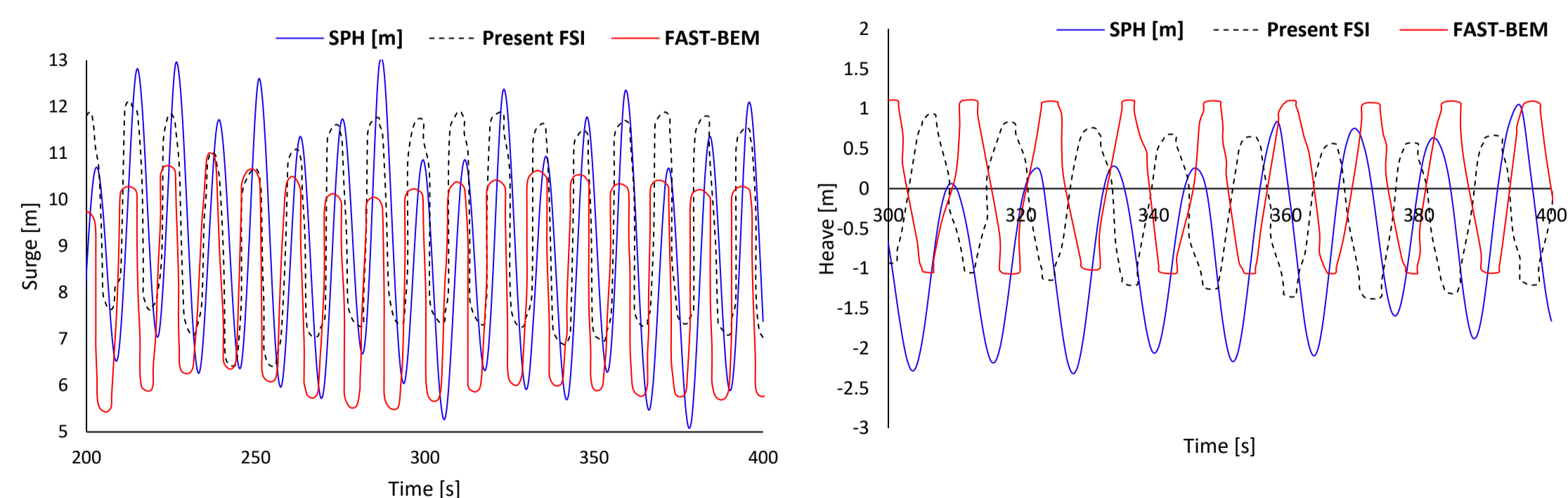


Fig. 7 Comparación del modelo SPH con los datos de Palm et al. (2016), Surge

Conclusión:

Mediante el método SPH se puede simular la flotabilidad de elementos flotantes anclados por catenarias al fondo del agua. Los resultados en cuanto a los grados de libertad de traslación en ejes X, Y y Z, son correspondientes a los datos de referencia. Sin embargo, la concordancia de los grados de libertad de rotación es sensible al centroide y las inercias de la figura. Esto implica que la fiabilidad de los modelos numéricos se debe a las características físicas del modelo reproducido. El estudio presentado establece una línea de estudio de la estabilidad de plataformas marinas mediante el método SPH.

Referencias

- Luo, N., Pacheco, L., Vidal, Y., & Li, H. (2012). Smart Structural Control Strategies for Offshore Wind Power Generation with Floating Wind Turbines. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 1200–1205.
- Palm, J., Eskilsson, C., Paredes G. M., & Bergdahl, L. (2016). Couple mooring analysis for floating wave energy converters using CFD: Formulation and validation. *International Journal of Marine Energy*, (16): 83-89.
- Tran, T. T., & Kim, D. H. (2015). The platform pitching motion of floating offshore wind turbine: A preliminary unsteady aerodynamic analysis. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 142: 65–81.

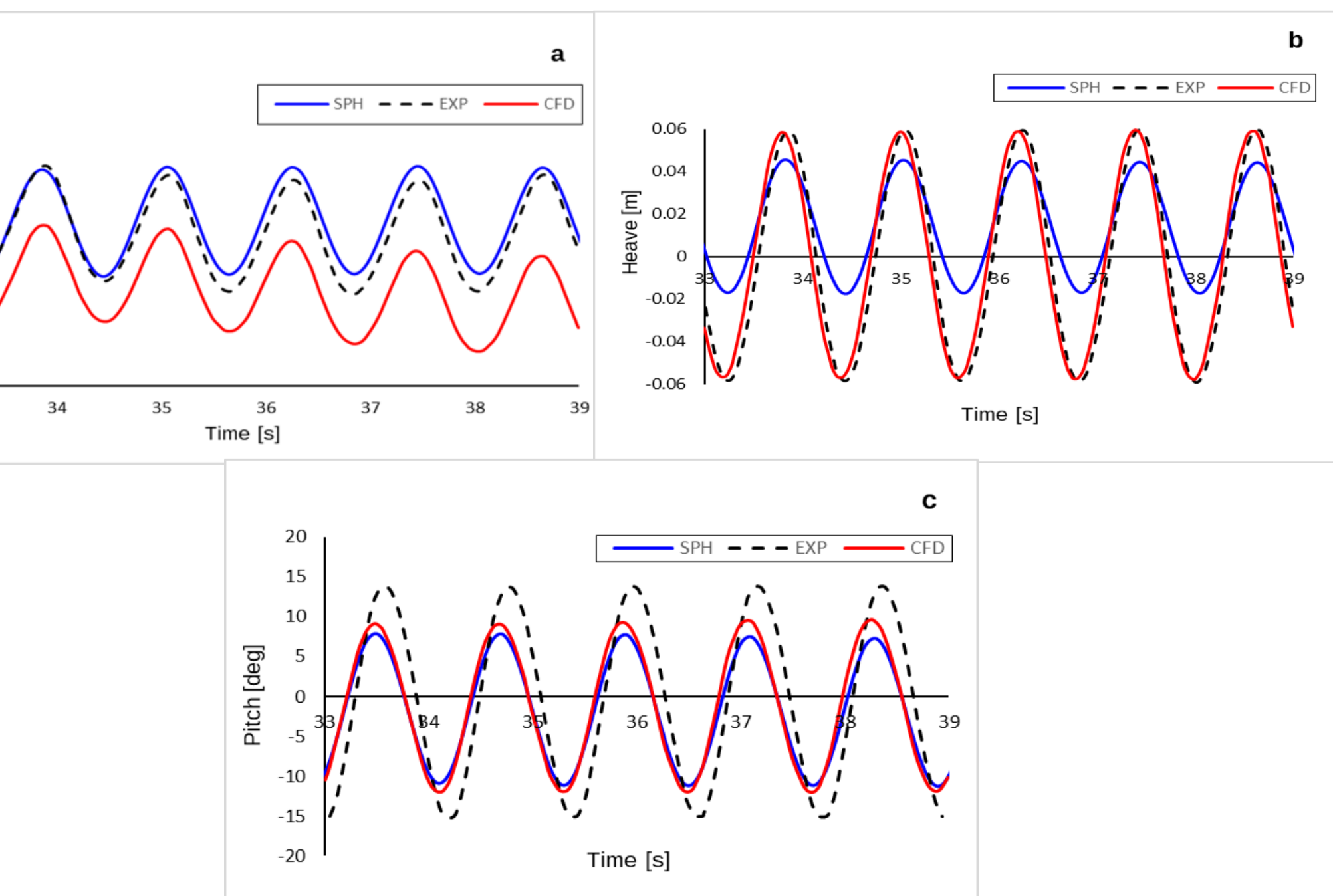


Fig. 3 Comparación del modelo SPH con los datos de Palm et al. (2016), modelo del cilindro.