

ESCALAMIENTO FÍSICO DE UNA TURBINA HELICOIDAL DE EJE VERTICAL PARA EL CANAL DE COZUMEL

Carlos Echeverría Arjonilla^{1,2}, Gerardo Juárez Chávez² y Emilio Martínez Camacho³

¹ Facultad de Ciencias, carlosea1982@ciencias.unam.mx

² IINGEN, gjuarez27031977@gmail.com

³ emiliomtzc@gmail.com

Resumen

El aprovechamiento de la energía de corrientes marinas depende de diferentes factores, como la velocidad de corriente, profundidad de instalación, vida marina, vida útil de operación, mantenimiento, etc. La gran ventaja sobre otras fuentes de energía renovables como la eólica es que existen corrientes semi-permanentes o permanentes a lo largo de todo el año. Además, al tener un fluido con una viscosidad alta respecto al aire, se puede reducir el tamaño de los dispositivos considerablemente, gracias a las fuerzas de sustentación y arrastre que se ven incrementadas por la interacción con el agua.

En México a diferencia de otras partes del mundo las velocidades de corrientes marinas en lugares que son candidatos para la extracción de energía por medio de turbinas hidrocínicas son de bajas velocidades (~ 1 m/s). El canal de Cozumel es un ejemplo de un sitio donde se podrían instalar turbinas de este tipo debido a que la velocidades promedio en el año de 0.88–1.04 m/s (Alcérreca-Huerta et al., 2019).

En este proyecto se propone utilizar una turbina helicoidal de eje vertical (tipo Gorlov, 1998), debido a que en general la velocidad de arranque para estas turbinas es menor a 1 m/s y son omnidireccionales, lo que implica que no debe de ser orientada respecto a la corriente principal de agua (Wardhana et al., 2021).

Para poder desarrollar una turbina hidrocínica en general se debe de tener en cuenta el escalamiento físico (Bachant y Wosnik, 2014; Ribeiro et al., 2020; Rolland et al., 2015) para poder llevar un modelo a escala a un hidrogenerador de tamaño real, este proceso es de suma importancia ya que si no se cumple es complicado lograr la similaridad dinámica.

En este trabajo se abordan las diferentes estrategias seguidas para poder realizar un escalamiento correcto de la turbina helicoidal construida a escala (Figura 1). Los parámetros utilizados para diseñar y construir el modelo a escala fueron la solidez del rotor, el área de bloqueo, número de Reynolds basado en el diámetro y en la cuerda, de acuerdo a las velocidades que se pueden obtener en el canal de corriente del Laboratorio de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

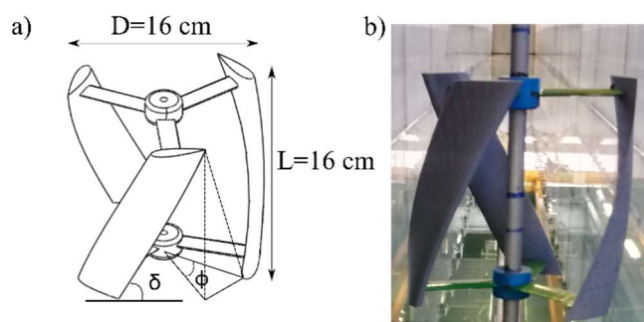


Figura 1. a) Esquemático de la turbina; b) Modelo a escala de la turbina.

Se muestran los resultados experimentales obtenidos en el canal de corriente, en el que se midieron la velocidad de punta (TSR por sus siglas en inglés Tip Speed Ratio) y la velocidad a 1.5 D aguas abajo, para 6 diferentes velocidades de corriente (0.29-0.6 m/s). Estos resultados se utilizaron como fuente y como validación para una simulación U-RANS y estudiar los efectos de rotación de los alabes en la estela hidrodinámica Figura 2.

Con los experimentos y simulaciones realizadas se siguió un proceso iterativo (Figura 3) para poder diseñar un modelo a una escala mayor (1 m de diámetro) para realizar pruebas en el Kelvin Hydrodynamics Laboratory de Strathclyde de

Glasgow, Reino Unido. Este escalamiento permite llevar el proyecto de TLR3 a TLR4.

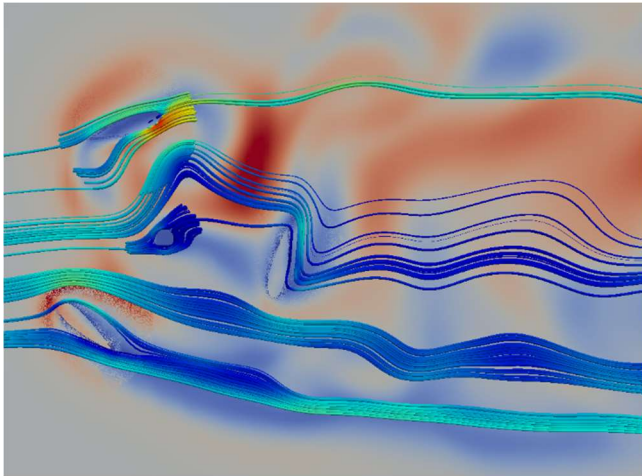


Figura 2. Solución numérica U-RANS con velocidad de corriente 0.29 m/s y velocidad de rotación de 1.07 Hz.



Figura 3. Proceso iterativo de diseño de turbina de un metro de diámetro.

Referencias

Alcérreca-Huerta, J. C., Encarnacion, J. I., Ordoñez-Sánchez, S., Callejas-Jiménez, M., Barroso, G. G. D., Allmark, M., Mariño-Tapia, I., Casarín, R. S.,

O'Doherty, T., Johnstone, C., & Carrillo, L. (2019). Energy yield assessment from ocean currents in the insular shelf of Cozumel Island. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(5): 1–18.

Bachant, P., & Wosnik, M. (2014). Reynolds Number Dependence of Cross-Flow Turbine Performance and Near-Wake Characteristics. Proc. of the 2nd Marine Energy Technology Symposium, August, 1–9. Gorlov, A. M. (1998). Development of the Helical Reaction Hydraulic Turbine: Final Technical Report. In The US Department of Energy, 44(8).

Ribeiro, B. L. R., Frank, S. L., & Franck, J. A. (2020). Vortex dynamics and Reynolds number effects of an oscillating hydrofoil in energy harvesting mode. *Journal of Fluids and Structures*, 94: 102888.

Rolland, S. A., Thatcher, M., Ellis, R., Gaurier, B., Croft, T. N., & Cross, M. (2015). Performance assessment of a vertical axis turbine in a marine current flume tank and CFD modelling. *International Journal of Marine Energy*, 12: 35–45.

Wardhana, W., Keniraras, N., Pratama, R. S., & Rahmawati, S. (2021). Hydrodynamics Performance Analysis of Vertical Axis Water Turbine (VAWT) Gorlov Type Using Computational Fluid Dynamics (CFD) Approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 698(1): 012022.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



