

DISEÑO Y PROTOTIPADO DE UN TÚNEL DE VIENTO PARA PRUEBAS A ESCALA DE TURBINAS TIPO SAVONIUS.

Nicolás Ardila Vergara, Mateo Velandia Suarez, Laura Catalina Ramírez Villarreal, Juan José Benavides Garreta, María Lucía Arias Ortiz, Jonathan David Rodríguez Larrota, Jaime Andrés Martín Moreno, Jairo David Díaz Luna, Juan Sebastian Moreno Gonzalez.

Proyecto “FLUSS” código Hermes (62804), Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Núcleo Temático: Energías renovables y fuentes no convencionales.

Introducción

En la actualidad es campo de investigación el uso de turbinas hidrocineéticas tipo savonius para la producción energética, ya sea para aprovechar la energía de ríos o ayudar a mitigar los efectos del cambio climático. Dado que la turbina está inmersa en un fluido, es necesario hacer todo el análisis hidrodinámico que esto conlleva. Por esta razón el presente trabajo aborda el diseño y construcción de un túnel de viento, para la caracterización hidrodinámica de este tipo de turbinas.

Palabras clave: *turbina, hidrocineética, savonius, túnel de viento.*

Métodos

Por simplicidad de construcción y las restricciones de espacio se decidió construir un túnel de viento tipo abierto de sección cuadrada, donde se incluye una admisión tobera, laminarizador, la sección de prueba y un difusor. El ventilador se encuentra en la parte posterior del difusor. El túnel tiene como objetivo en el corto plazo poder medir fuerzas de arrastre y en el futuro fuerzas de sustentación y momentos.

Para el diseño del túnel se usó la ecuación (1) para pérdidas menores y mayores para ductos, donde se tuvo en cuenta la longitud de la sección de prueba del túnel de viento, el difusor, la tobera, la admisión y el laminarizador.

$$h_{L,total} = h_{L,mayor} + h_{L,menor} = \sum_i f_i \frac{L_i V_i^2}{D_i 2g} + \sum_i K_L \frac{V_j^2}{2g} \quad (1)$$

Esto con el fin de evaluar el desempeño del túnel previo a su construcción y determinar los parámetros geométricos que permitan un mayor desempeño. Los parámetros para las pérdidas menores fueron tomados de [Karassik, 2004], [McGill, 2003], [White, 2004] y para la sección de prueba se utilizó el factor de fricción de Darcy para la rugosidad de maderas lisas [White, 2004].

En la Figura 1 se muestra la curva de desempeño del túnel de viento calculada y el punto de operación para el ventilador seleccionado a una

velocidad fija. Como ventilador se usó una hélice de avión de radio control impulsada por un motor

brushless por su alta relación entre potencia y tamaño.

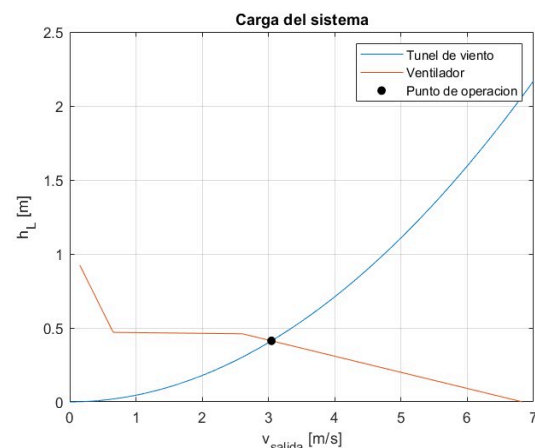


Figura 1: Punto de operación del sistema.

Para verificar el correcto funcionamiento del túnel se decidió realizar experimentos del coeficiente de arrastre de una geometría simple como lo es una esfera, visualizar el flujo con vapores de glicerina, y el perfil de velocidades dentro del túnel con un anemómetro de hilo caliente. Además se instalarán manómetros diferenciales de alcohol para medir las caídas de presiones en las secciones del túnel.

Resultados

En la figura 2 se observa el primer prototipo del túnel de viento. El túnel tiene diferentes agujeros para inserción de aparatos de medición, En la

sección de prueba se posiciona una celda de carga acoplada al soporte donde irá el objeto de prueba. En la parte de arriba del túnel se encuentra el sistema de control del motor y la celda de carga para la medición de la fuerza de arrastre.

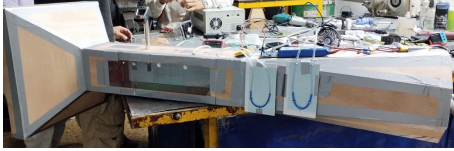


Figura 2: Primer prototipo del túnel de viento siendo calibrado.

En la figura 3 se observa las curvas resultado para coeficientes de arrastre teórico para una esfera lisa, los puntos obtenidos experimentalmente, y la curva de ajuste del resultado experimental.

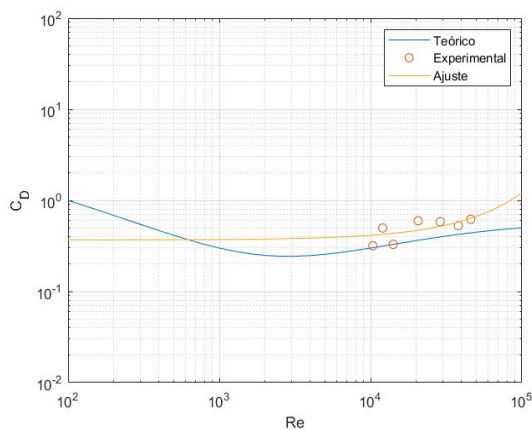


Figura 3: Coeficiente de arrastre contra número de Reynolds.

Discusión

A los rangos de Reynolds medidos los datos de coeficiente de arrastre para la esfera se acercan a los teóricos, se observa una tendencia similar pero con arrastres mayores a la esfera lisa, esto es de esperar por la rugosidad inherente a la esfera real. Por lo tanto se verifica el correcto funcionamiento del túnel en el rango de números de Reynolds de 1×10^4 a 4×10^4 .

El objetivo del túnel es modelar los coeficientes de arrastre, sustentación y momento para una turbina savonius que operará en un rango de números de Reynolds entre 2.2×10^5 a 6×10^5 el túnel fue capaz de generar velocidades dentro de este rango pero se encuentra limitado por el tiempo de descarga de la batería del motor se espera realizar en el futuro más experimentos para validar el

funcionamiento del túnel en este régimen de flujo, sin embargo si no fuera viable aumentar el rango de funcionamiento del túnel muchas geometrías presentan cambios significativos en sus coeficientes de arrastre y sustentación luego de $Re > 10^4$ [White, 2004], por lo cual no se descarta su uso para experimentación en las turbinas Savonius.

Referencias

Karassik et al., Pump handbook, McGraw-Hill, 2004.

McGill, Duct System Design Guide, Air-Flow Corporation, 2003.

White et al., Mecánica de Fluidos, 5ta Edición, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2004.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la unidad de gestión de la innovación Innova de la Universidad Nacional de Colombia bajo la convocatoria Ingenio que transforma 2024, y a los docentes investigadores directores del Proyecto Fluss Juan Miguel Mantilla y Nestor Alonso Mancipe.