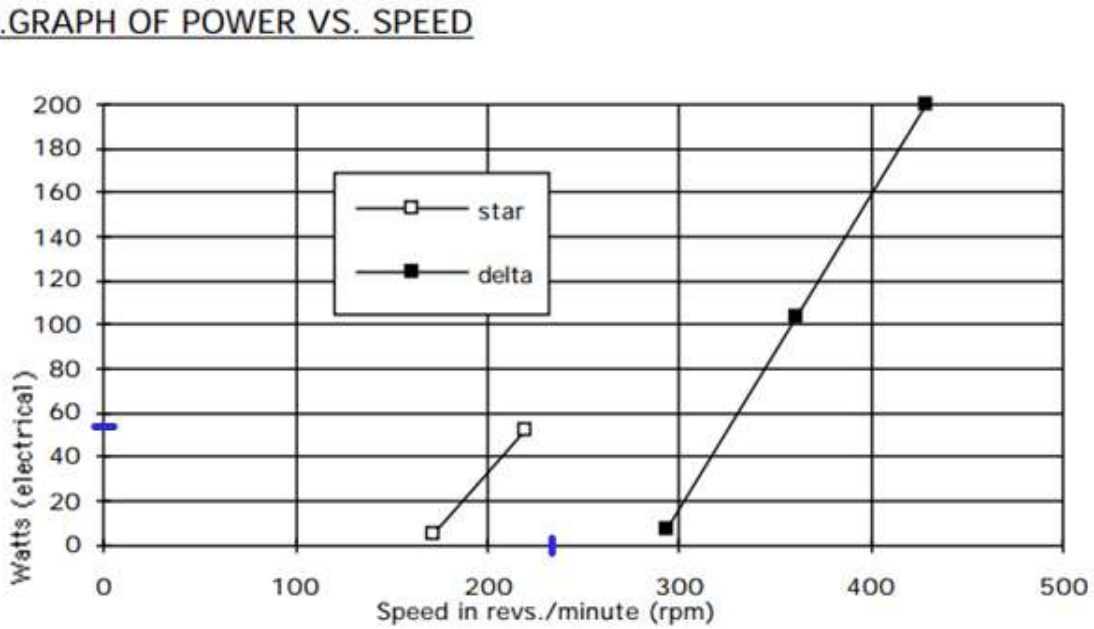
Turbina eólica Darrieus 2022

1. Calculadora: https://www.omnicalculator.com/ecology/wind-turbine
2. Equipo combinado de referencia (Darrieus-Savonius): https://www.researchgate.net/figure/Dimensions-of-the-integrated-savonius-and-darrieus-small-scale-vertical-axis-wind-turbine_fig4_334066050
3. Relación de escala resultante:
   3.1. Altura: 8:5 -> 2:1 m
   3.2. Diámetro: 7:2 -> 2:0.5 m (estos valores de altura y diámetro para lograr al menos unos 500 kW·hr/yr)
4. Parámetros iniciales
   4.1. Air density: 1.225 kg/m3
   4.2. Diameter: 2;0.5 m
   4.3. Height: 2;1 m
   4.4. Area: 4 m2
   4.5. Wind speed: 5 m/s
   4.6. Available wind power: 306W
   4.7. Turbine efficiency: 20 %
   4.8. Output power before looses: 58W
   4.9. Mechanical losses: 0.2%
   4.10. Electrical losses on turbine: 1.5%
   4.11. Electrical losses (transmission): 5%
   4.12. Time out of order: 3%
   4.13. Real efficiency: 17%
   4.14. Output power with looses: 53W = 464 kW·hr/yr
   4.15. TSR: 5
   4.16. Velocity: 239 rpm
   4.17. Torque: 2.1 N·m

5. Comprobación con la curva del alternador
   Se revisó la curva de comportamiento de un equipo con el alternador de flujo axial a utilizar ya instalado (el mismo empleado por Piggott)



En donde se observa que, a 239 rpm, la potencia que se espera generar, es cercana a los 53W teóricos, calculados anteriormente, para una conexión en estrella.

6. Selección del perfil aerodinámico

6.1. Perfil usado tradicionalmente

A continuación algunos estudios en los que se evidencia el uso del perfil NACA 0018, de forma tradicional, esta información se puede complementar con el documento Excel de desarrollo técnico, y al mismo tiempo se puede hacer una pre selección de este perfil:

6.1.1. url:
https://munvawtdesign.weebly.com/uploads/2/5/9/4/25940231/final_report.pdf

In order to use a Darrieus turbine effectively, the type of airfoil is very important. Many VAWTs in the past relied on the NACA symmetric series with the NACA **0018** being a popular choice. Using the NACA 0018 as a starting point, Delft University of Technology master's student M. C. Claessens developed the DU 06-W-200. The following table highlights the differences between the NACA 0018 and the DU 06-W-200 airfoils. [7]

6.1.2. url:
https://www.researchgate.net/publication/335320655_A_Comparison_Study_of_Airfoils_Used_in_H-Rotor_Darrieus_Wind_Turbine

A. NACA FAMILY

In this family, the best C_l/C_d ratio is NACA 63415 as shown in Figure. 3. Also, the contours for velocity and pressure are presented in Figures 4 and 5.

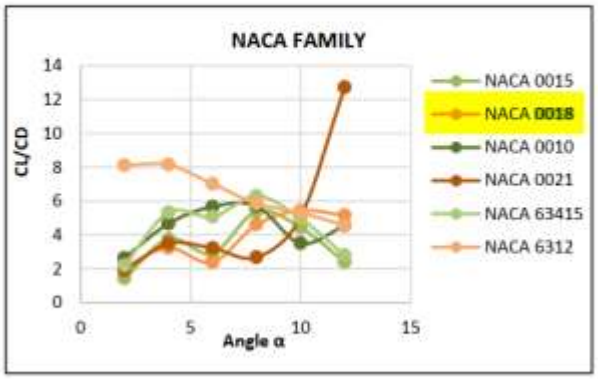


Figure 3. Ratio of Cl/Cd for various attack angle of NACA family

6.1.3. url: https://mdpi-res.com/d_attachment/energies/energies-13-03196/article_deploy/energies-13-03196.pdf?version=1592567343

Figure 1. Silhouette of the McDonnell 40 kW. Photo by Paul Gipe. All rights reserved.

Table 1. Basic geometric parameters of the wind turbine.

Parameter	Value
Rotor radius, R	8.84 [m]
Blade length	12.9 [m]
Chord, c	0.61 [m]
Airfoil type	NACA 0018
Number of blades, B	3
Rotor solidity, $\sigma = Bc/R$	0.2

6.2. Perfil con mejor rendimiento aerodinámico

En el trabajo del punto 5.1.2, se analizan varias familias de perfiles aerodinámicos (NACA, AH, FX y S), para llegar a la conclusión de seleccionar el perfil NACA 63415 (asimétrico), por lo que se considera este estudio como extenso y apropiado para una pre selección del mencionado perfil.

url: https://www.researchgate.net/publication/335320655_A_Comparison_Study_of_Airfoils_Used_in_H-Rotor_Darrieus_Wind_Turbine

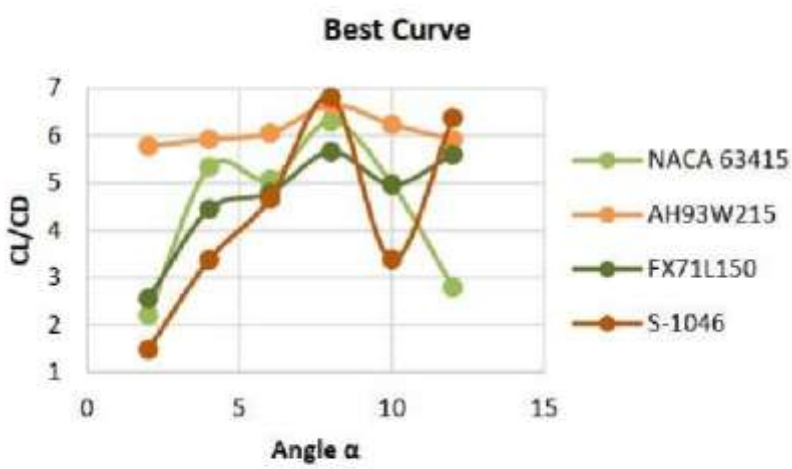
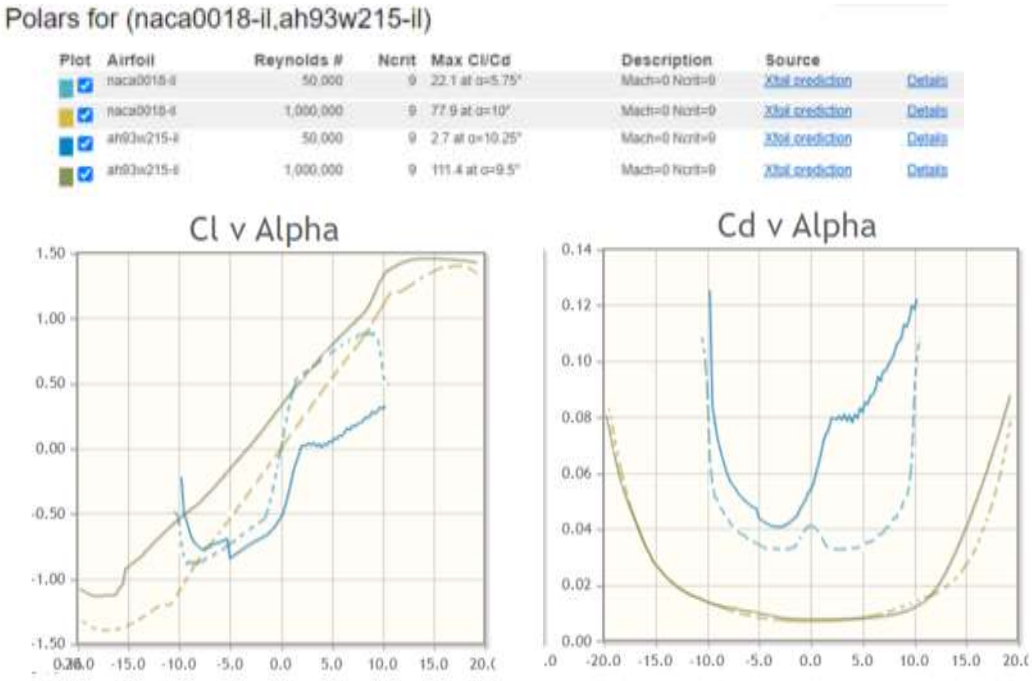


Figure 15. Ratio of Cl/Cd for various attack angle of best Airfoils

6.3. Comparación de las opciones pre seleccionadas.

La página http://airfoiltools.com/compare/index brinda la posibilidad de comparar el comportamiento de distintos perfiles, en cuanto a sus coeficientes de sustentación (Cl) y de arrastre (Cd). A continuación, se muestran estos coeficientes en función de algunos valores para el ángulo de ataque (alpha) y para dos condiciones extremas, de velocidad relativa (Numero de Reynolds):



Como observación general, se tiene que el perfil AH93W215, presenta un mejor comportamiento aerodinámico en alta velocidad, ya que maximiza el coeficiente de sustentación (Cl), en altos números de Reynolds, mientras que, en baja velocidad, donde cae un poco su comportamiento, se espera que contribuya la sustentación producida por el rotor Savonius interno. Por esta razón, se escoge el perfil AH93W215 para este proyecto.

Referencia para Cd, Cl: https://www.youtube.com/watch?v=o4Bem_9ismk