



Comunidad de Madrid

# Diseño y construcción de un túnel de viento para perfiles alares

Enero, 2025

Autor: Jorge Palao Núñez

Tutora: Esperanza Rodrigo Masero

Centro : IES Pintor Antonio López



## INTRODUCCIÓN

Al enfrentarse a un flujo de aire, un ala genera dos fuerzas: resistencia (horizontal) y sustentación (vertical). La forma del ala determina la magnitud de estas fuerzas.

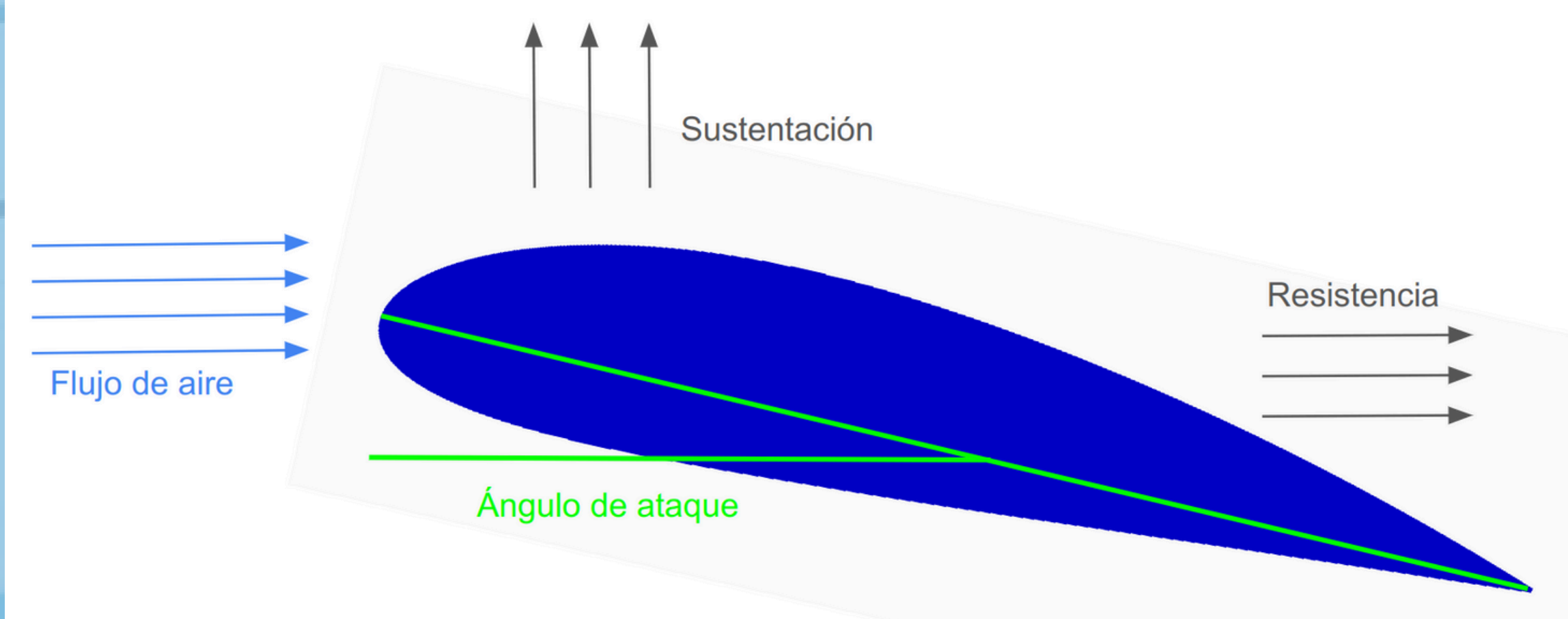


Figura 1: Esquema del comportamiento un ala, de elaboración propia

## OBJETIVO

Construir un dispositivo para medir la sustentación y la resistencia en cualquier perfil alar para distintos ángulos de ataque, con materiales y herramientas asequibles.

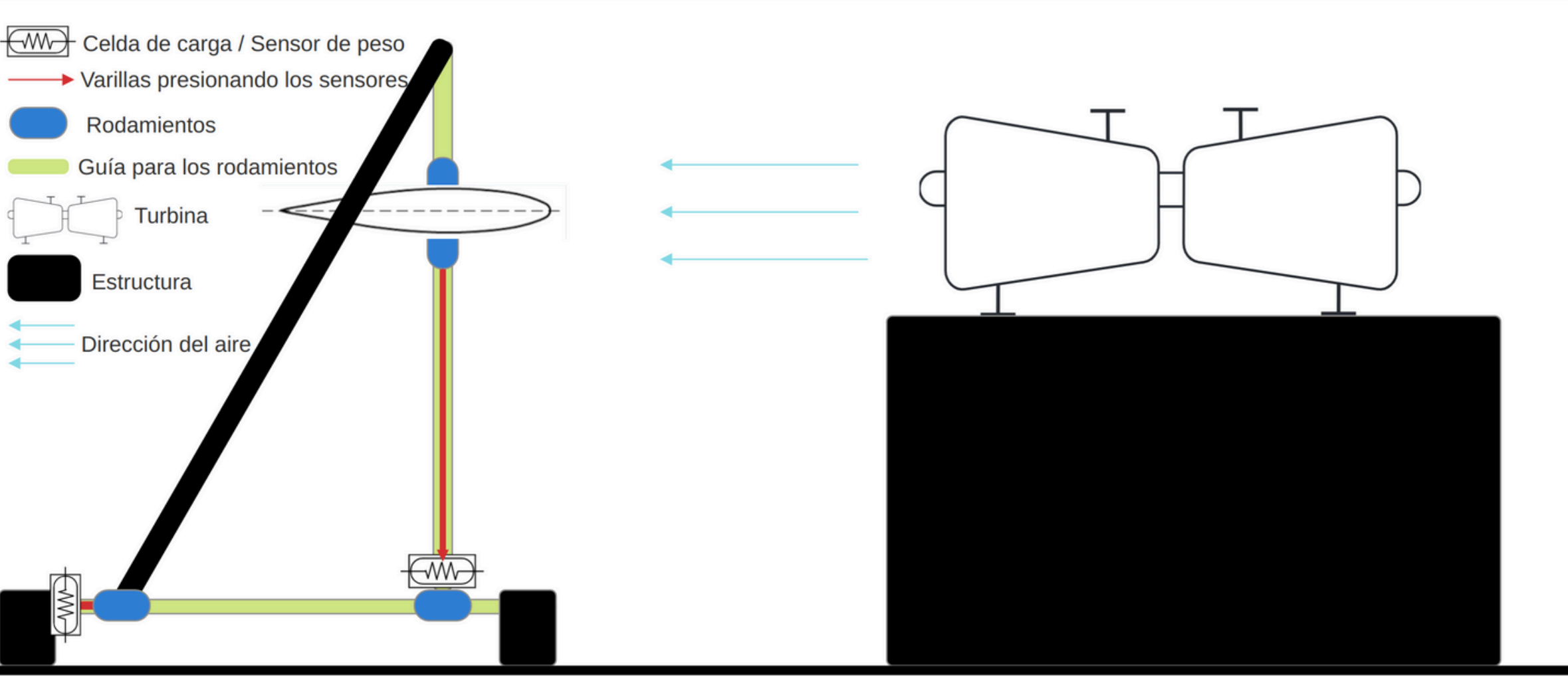


Figura 2: Boceto del dispositivo, de elaboración propia

## METODOLOGÍA

- Diseño modular del chasis
- Electrónica
- Perfiles alares

## DISEÑO MODULAR DEL CHASIS

El chasis está fomado a base piezas pequeñas para facilitar la experimentación, el montaje y la impresión. Se puede desmontar fácilmente, como puede verse en las figuras 4 y 5.

Materiales del chasis:

- Varillas roscadas de acero inoxidable
- Tuercas y arandelas
- Piezas de plástico creadas con impresión 3D
- Rodamientos lineales
- Guías calibradas para los rodamientos
- Tablas de madera

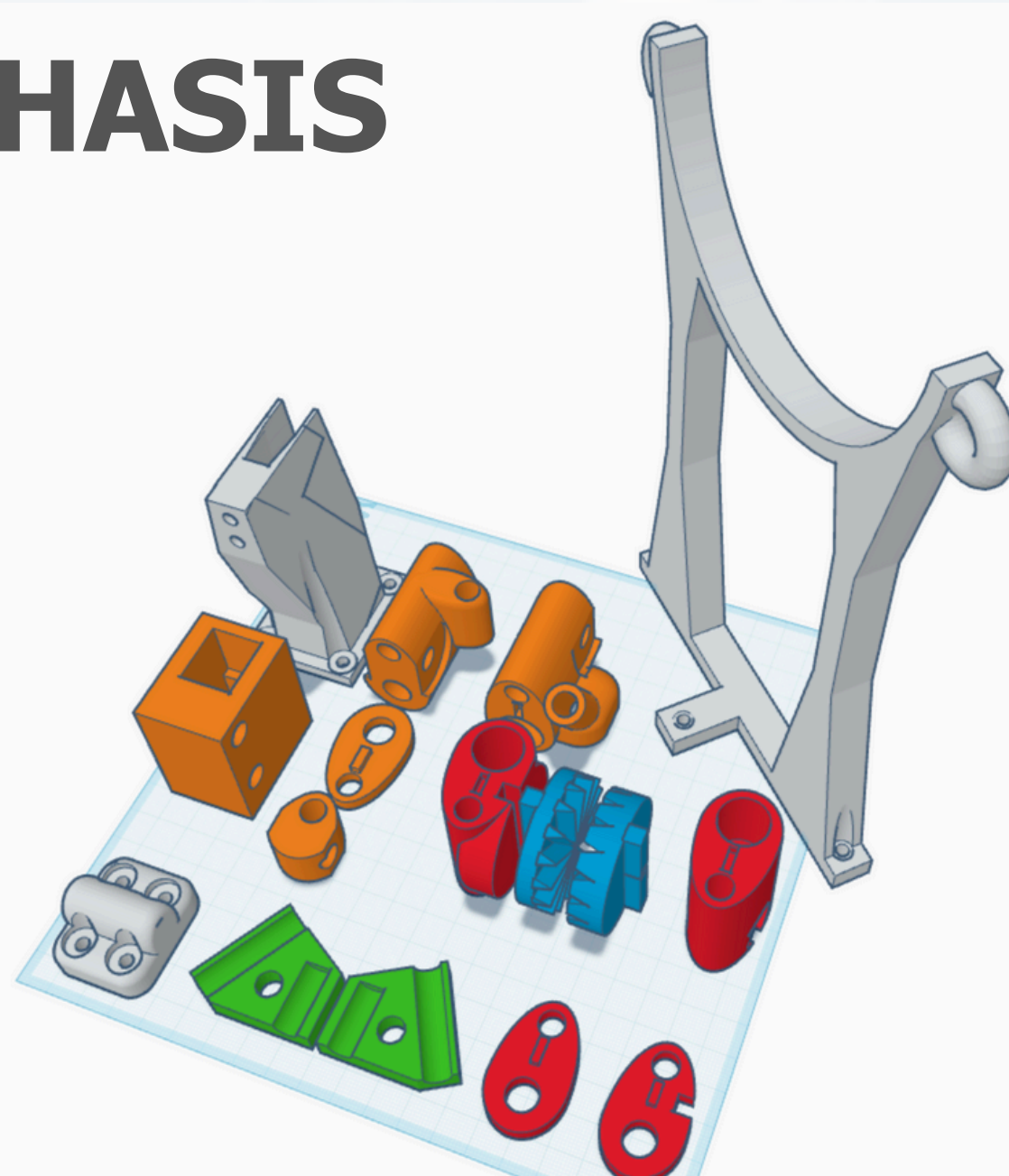


Figura 3: Diseño 3D de las piezas imprimidas, de elaboración propia



Figura 4: Chasis, de elaboración propia

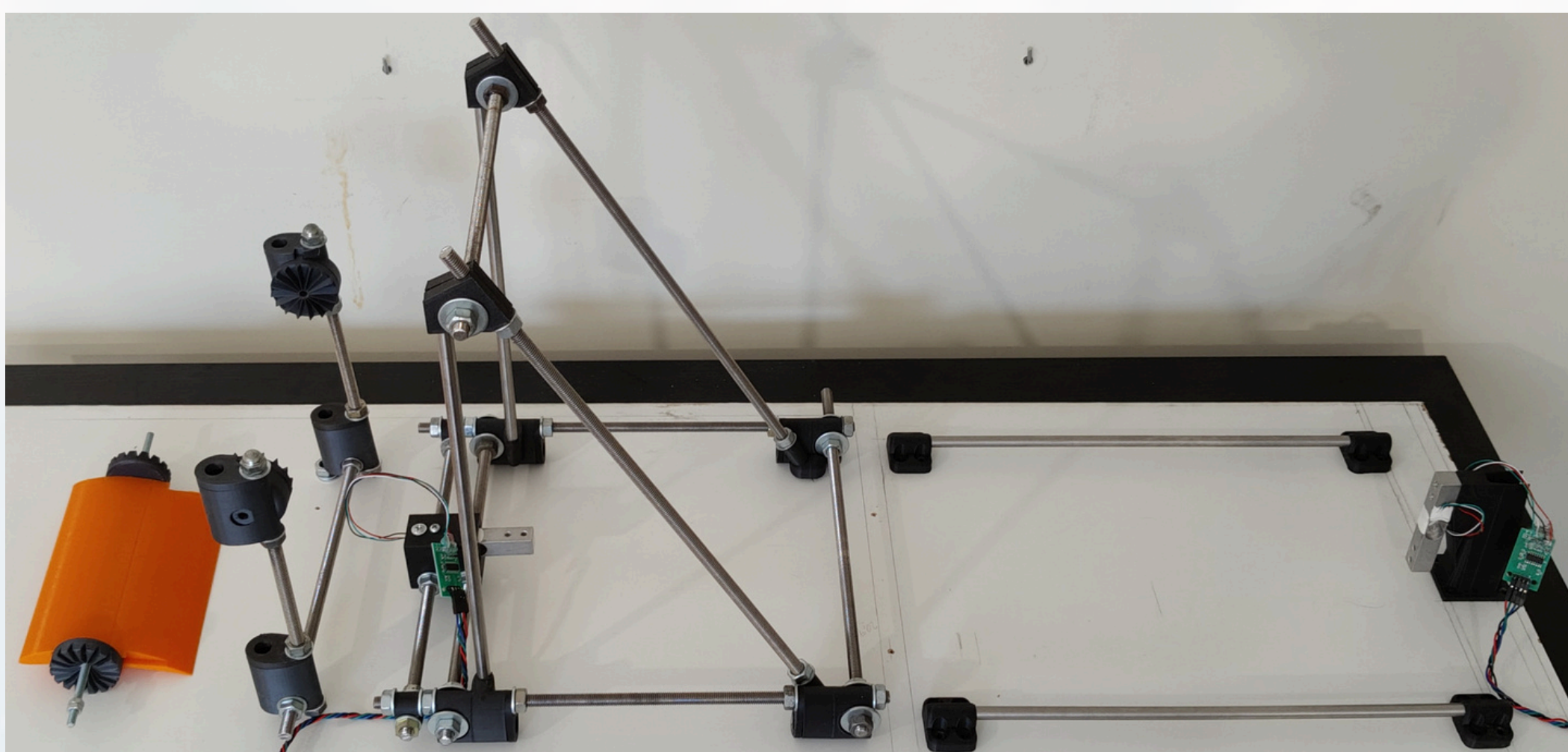


Figura 5: Chasis desensamblado, de elaboración propia

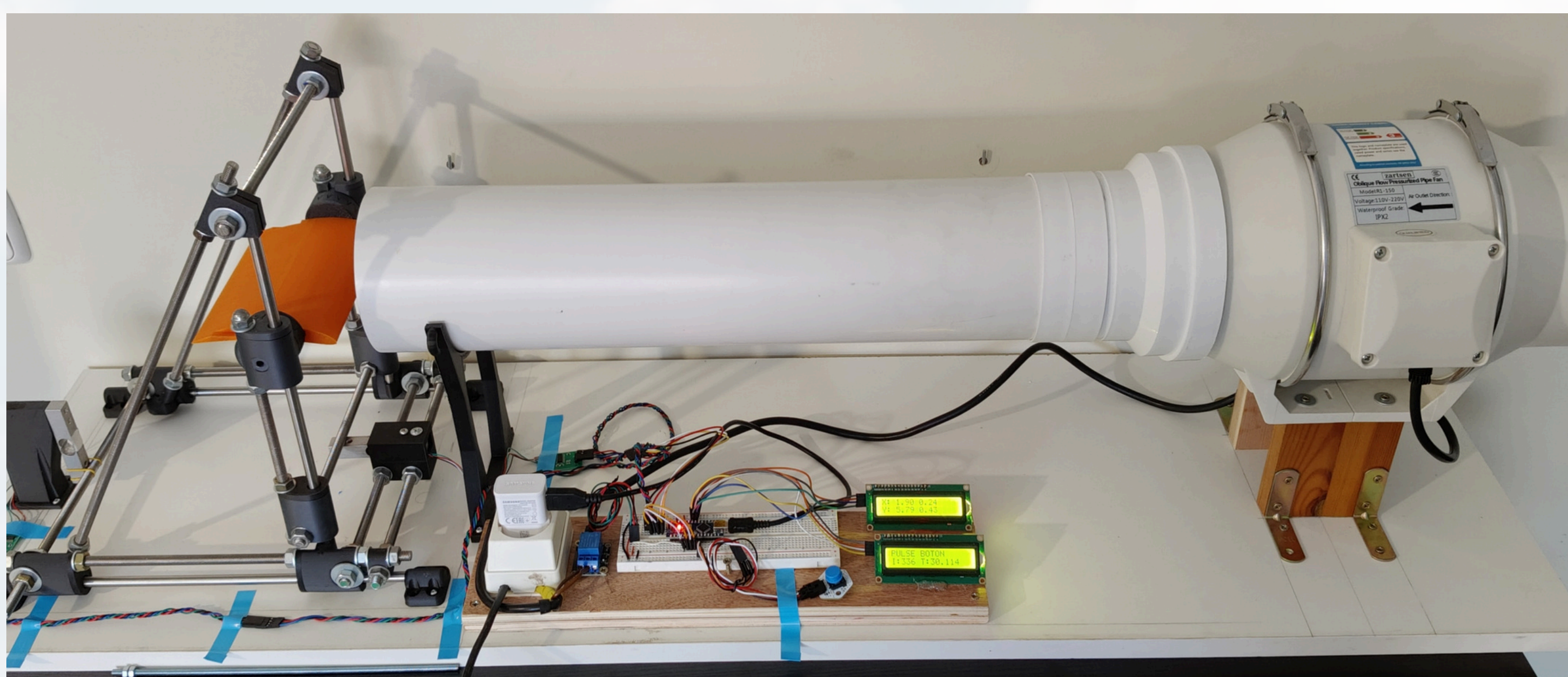


Figura 6: dispositivo final, de elaboración propia

## ELECTRÓNICA

La electrónica está formada por:

- Arduino Nano (microcontrolador)
- Tabla de inserción
- Relé
- Dos pantallas LCD
- Dos controladores I2C
- Botón
- Dos celdas de carga
- Dos controladores HX711
- Turbina eléctrica

La electrónica está controlada por un programa de creación propia que posibilita la automatización del dispositivo.

El programa se encarga de:

- Controlar el encendido y apagado de la turbina
- Tomar cientos de medidas de las fuerzas del ala
- Calcular la media y desviación típica de las medidas
- Mostrar estado y medidas en tiempo real

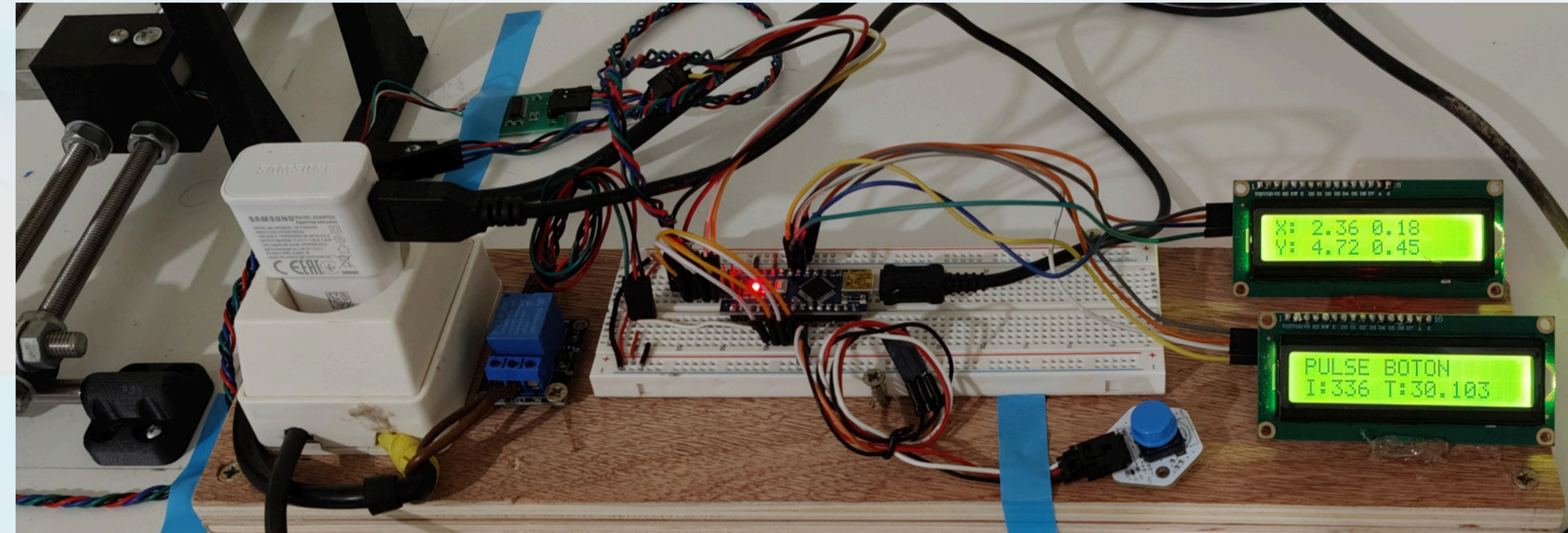


Figura 7: Electrónica principal, de elaboración propia

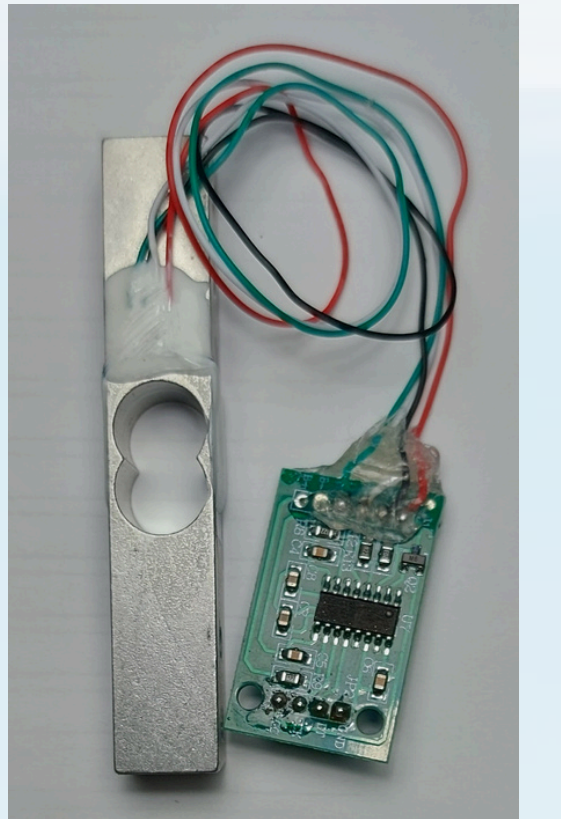


Figura 8: Celda de carga, de elaboración propia

## PERFILES ALARES

Todos los perfiles alares se han construido con una impresora 3D.

Además se ha elaborado un programa para poder modelar cualquier perfil alar NACA de cuatro dígitos.



Figura 10: Perfiles alares imprimidos, de elaboración propia

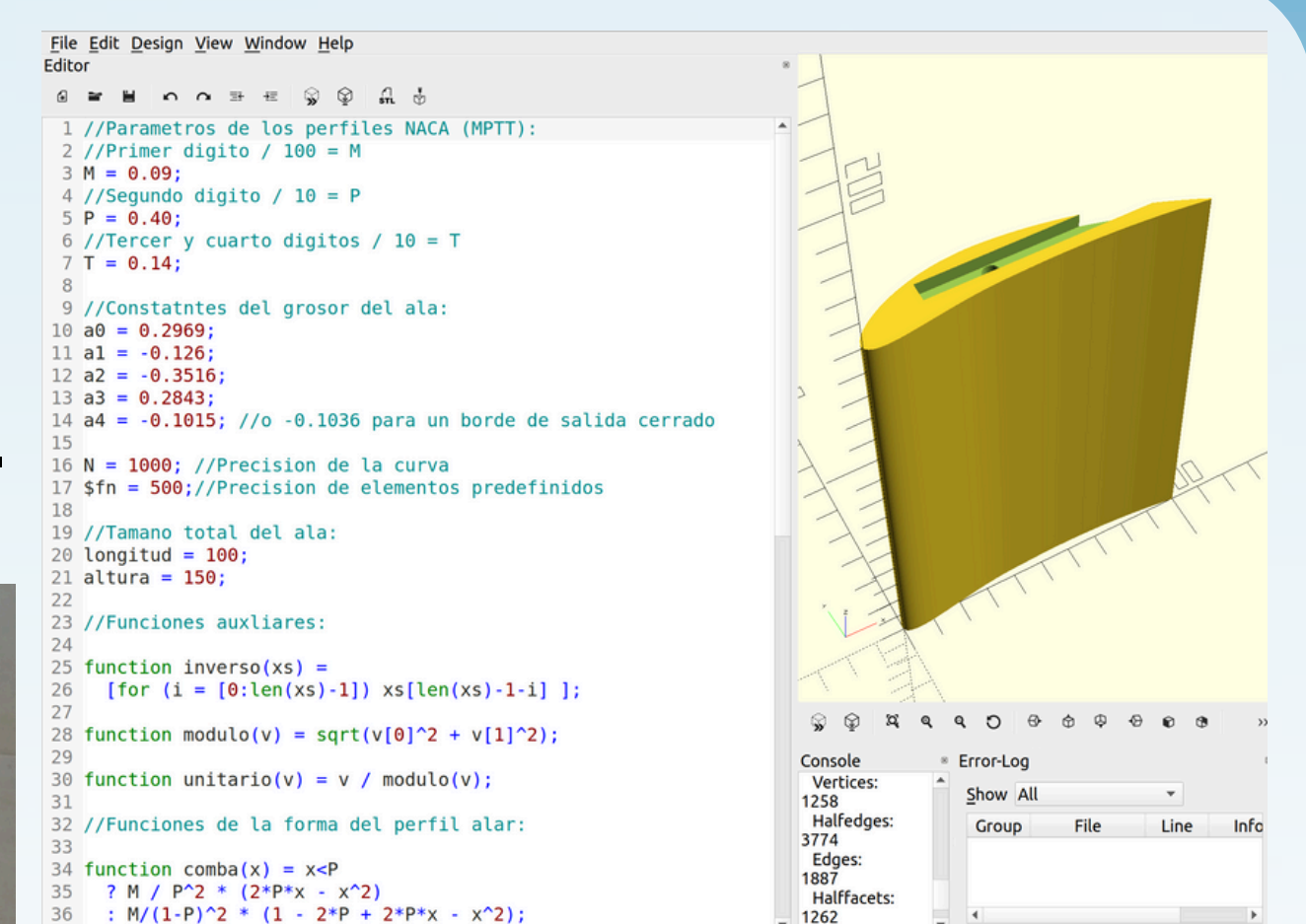


Figura 9: Programa OpenSCAD, de elaboración propia

Los perfiles alares NACA son muy relevantes en el diseño de las alas en aviones comerciales.

## PROTOTIPOS

En los primeros prototipos se utilizaba una báscula de cocina y sólo se podía medir la sustentación.



Figura 11: Primer prototipo, de elaboración propia

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se han probado varias formas geométricas básicas y múltiples perfiles alares NACA.

Los resultados son coherentes con la forma del perfil. Los perfiles más curvos generan mayor sustentación mientras que los finos generan menor resistencia. La desviación típica siempre es baja con respecto a la magnitud medida.

Por lo anterior, se puede concluir que el funcionamiento del dispositivo es satisfactorio.

Perfil	Eje	0°	22,5°
NACA 0015		↔ 0,68 (0,09) ↓ -0,29 (0,2)	↔ 3,25 (0,28) ↓ 12,3 (0,71)
NACA 2412		↔ 0,34 (0,07) ↓ 2,64 (0,46)	↔ 3,67 (0,26) ↓ 14,99 (0,82)
NACA 4418		↔ 1,18 (0,15) ↓ 3,14 (0,15)	↔ 4,69 (0,39) ↓ 15,35 (0,9)
NACA 4712		↔ 0,85 (0,16) ↓ 3,92 (0,25)	↔ 4,27 (0,13) ↓ 16,60 (0,64)
NACA 6112		↔ 1,72 (0,15) ↓ 4,17 (0,40)	↔ 5,77 (0,28) ↓ 15,98 (0,9)
NACA 7426		↔ 2,52 (0,25) ↓ 5,93 (0,37)	↔ 5,56 (0,32) ↓ 16,66 (0,96)
NACA 9412		↔ 2,03 (0,12) ↓ 7,14 (0,36)	↔ 5,54 (0,4) ↓ 19,03 (0,83)
SC(2)-0610		↔ 0,68 (0,12) ↓ 2,45 (0,27)	↔ 6,11 (0,62) ↓ 14,16 (0,76)
NACA 0026		↔ 1,8 (0,12) ↓ 3,87 (0,24)	↔ 4,02 (0,13) ↓ 14,5 (0,33)
mitad superior		↔ 3,78 (0,30) ↓ -0,12 (0,19)	↔ 8,92 (0,67) ↓ 9,76 (0,77)
Rectángulo		↔ 4,11 (0,21) ↓ 2,13 (0,28)	↔ 4,56 (0,85) ↓ 8,99 (0,93)
Delta adelantada		↔ 3,25 (0,29) ↓ 2,09 (0,28)	↔ 5,04 (0,35) ↓ 11,73 (0,73)
Delta centrada		↔ 2,9 (0,31) ↓ -0,8 (0,27)	↔ 5,15 (0,35) ↓ 11,46 (0,64)
Delta retrasada		↔ 4,23 (0,18) ↓ 4,31 (0,23)	↔ 6,57 (0,46) ↓ 13,88 (0,84)
Delta hueca			

Figura 12: Tabla de resultados de distintos perfiles alares, de elaboración propia



Bibliografía



Póster



Proyecto Completo