

INSTRUMENTACIÓN DE TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO ABIERTO MEDIANTE TECNOLOGÍAS IoT PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL

Caccia M.^{b,c,d}, Montenegro S.O.^{a,b,c}, Ganiele M.J.^{a,b,c}, Attorresia L.^{b,c}, Ponzoni L.M.E.^{b,c}
^aInstituto Sábato, ^bUNTREF, ^cLaboratorio Perfil Alar (CNEA), ^dCIC-PBA

Desde la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), se ha conformado un grupo de investigación "Perfil Alar", que se encuentra trabajando en un laboratorio de prueba de aerogeneradores de baja potencia, con el objetivo de llegar a ser un referente a nivel nacional para la prueba y desarrollo de aerogeneradores de baja potencia para la Argentina.

OBJETIVOS

Desarrollar un **sistema de instrumentación** basado en el **Internet de las Cosas (IoT)** para caracterizar el flujo en un túnel de viento subsónico abierto.

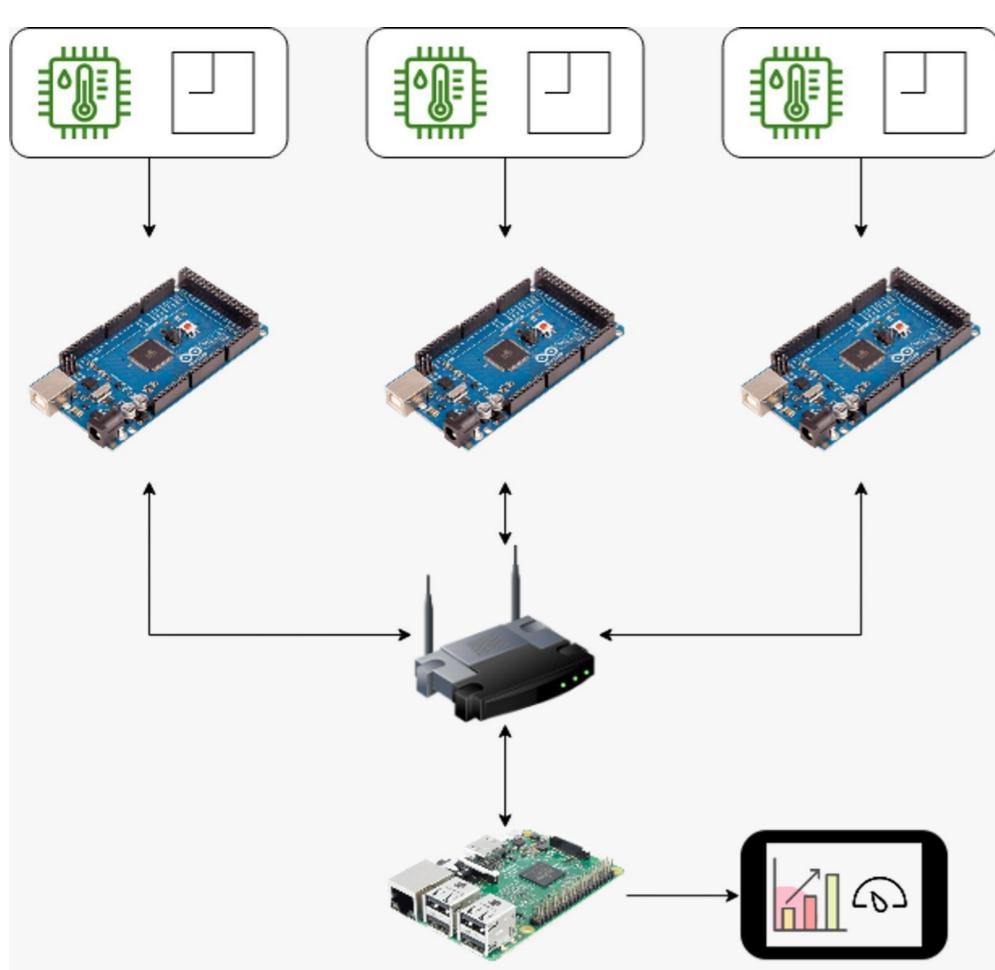
- Diseñar y configurar **nodos sensores** estratégicamente ubicados en el túnel para obtener **datos en tiempo real** sobre el comportamiento del flujo.
- Utilizar técnicas y tecnologías del **Internet de las cosas (IoT)** para permitir la recopilación remota de datos.
- Medir variables clave directamente: **presión, temperatura y humedad**. Se determina de forma indirecta la **velocidad del flujo** y otros parámetros relevantes.
- Recopilar, analizar y almacenar todos los datos en un nodo sumidero para su posterior análisis.
- Proporcionar una mayor accesibilidad, escalabilidad y capacidad de monitoreo remoto, lo que contribuirá significativamente a la optimización de diseños en el ámbito de las energías limpias y renovables.

MÉTODOS

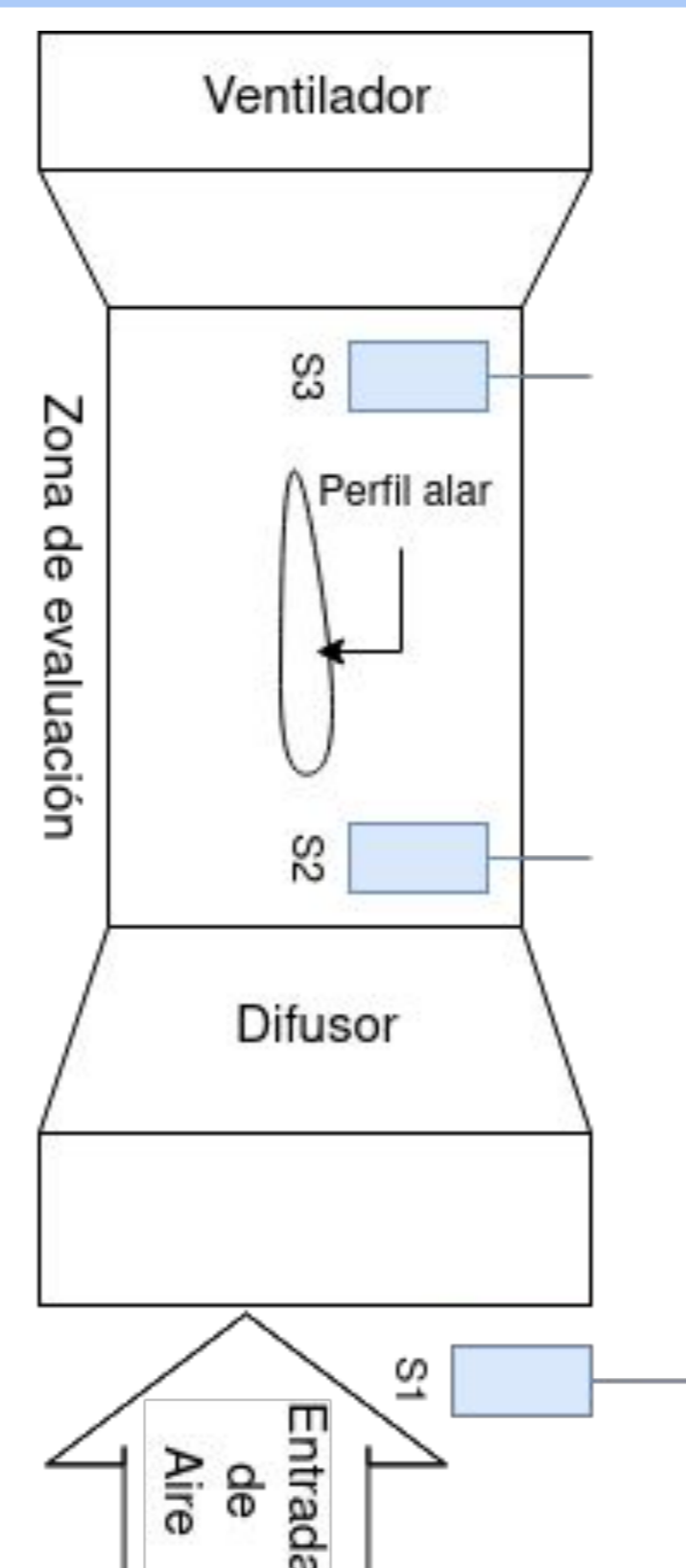
RED DE SENSORES

Diseño del Sistema de Instrumentación:

- Arquitectura en modo de red
- Implementación de conceptos del IoT
 - Nodos sensores
 - Nodos sumideros
 - Módem WiFi



UBICACIÓN EN EL TÚNEL



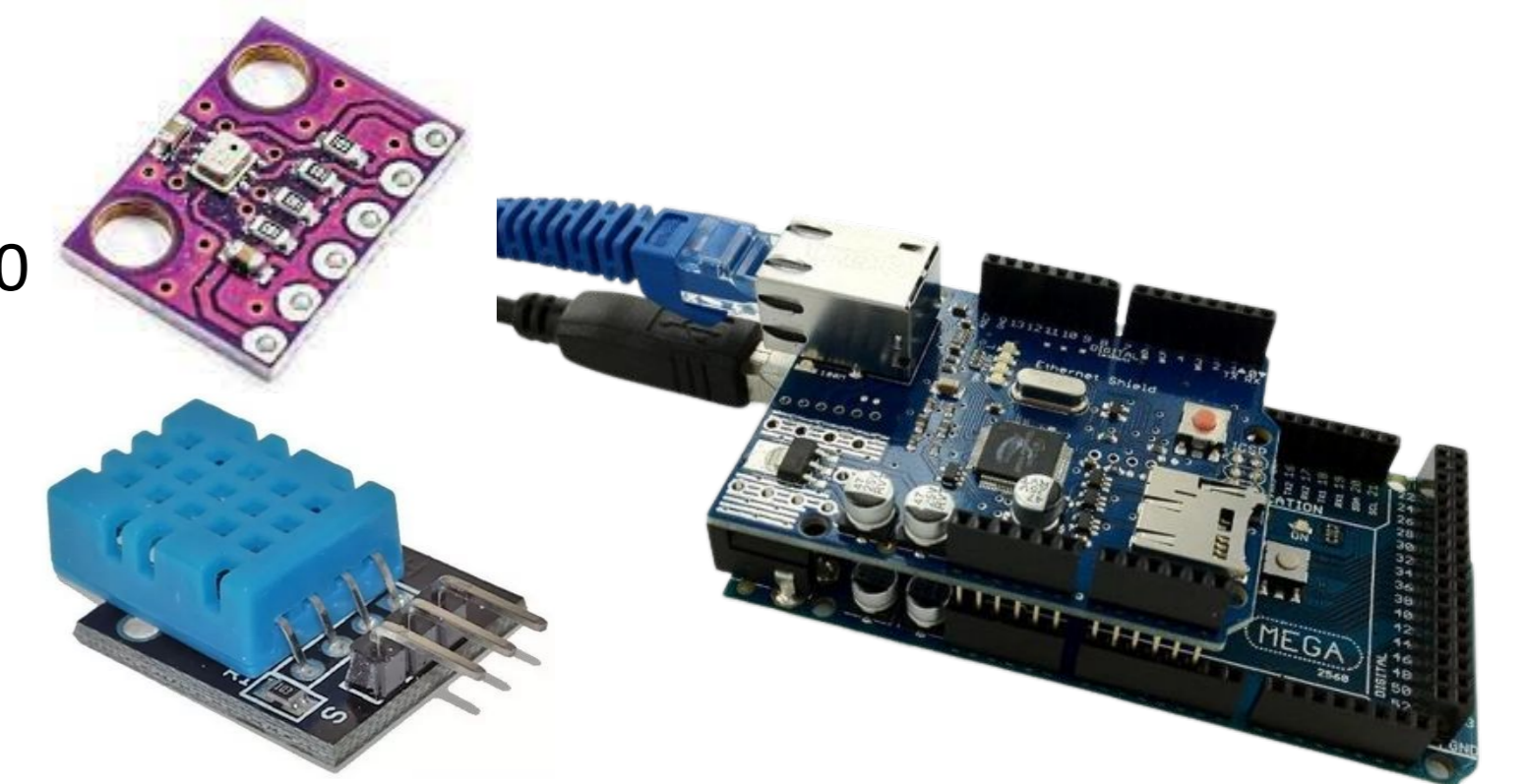
DISEÑO DE LA RED

Componentes utilizados:

- Arduino MEGA
- Arduino Ethernet Shield W5100
- Sensor de Presión y Temperatura Bosch BMP280
- Sensor de Temperatura y Humedad DHT11
- Router WiFi Tp-Link Archer C5

Nodos sensores:

- Programados en C++
- Captura y procesamiento de datos
 - *Calibración* de cada muestra registrada
 - *Filtro Media Móvil* para evitar ruido
- Publicación de datos cada segundo a un tópico específico según el protocolo elegido



Los nodos se conectan al router WiFi para formar la **red de sensores**

Envío de datos utilizando el **protocolo de red ligero MQTT**

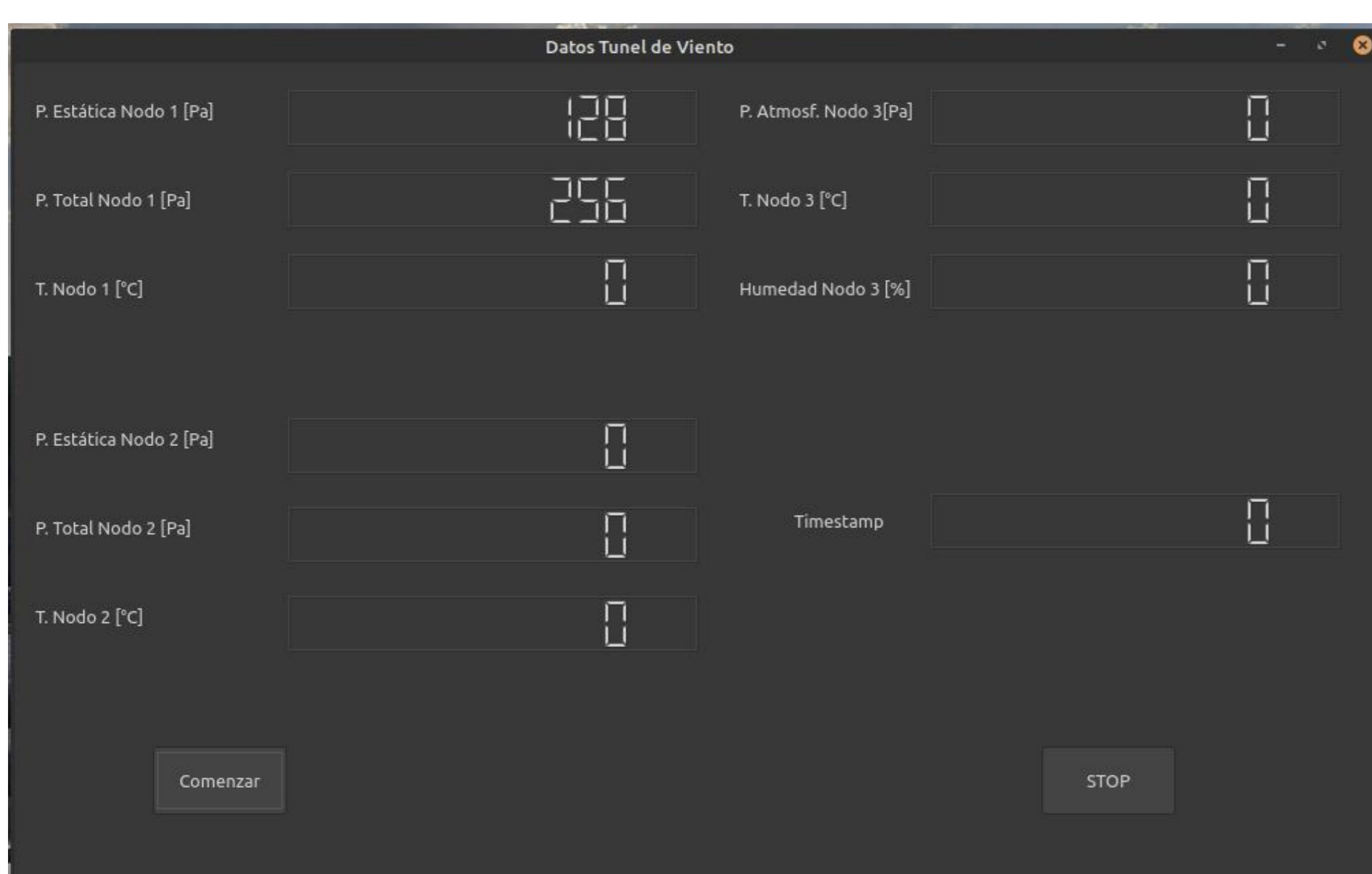
- Permite la *transmisión rápida y ordenada* de mensajes livianos
- Sistema de *Suscripción y Publicación* que permite centralizar la adquisición de datos
- Una computadora contiene el *broker* al cual se suscriben los nodos para publicar sus mediciones
- Utilizando *Python* se crearon programas que *almacenan* las mediciones en una base de datos y *actualizan un panel* para la visualización de la información en tiempo real



RESULTADOS OBTENIDOS

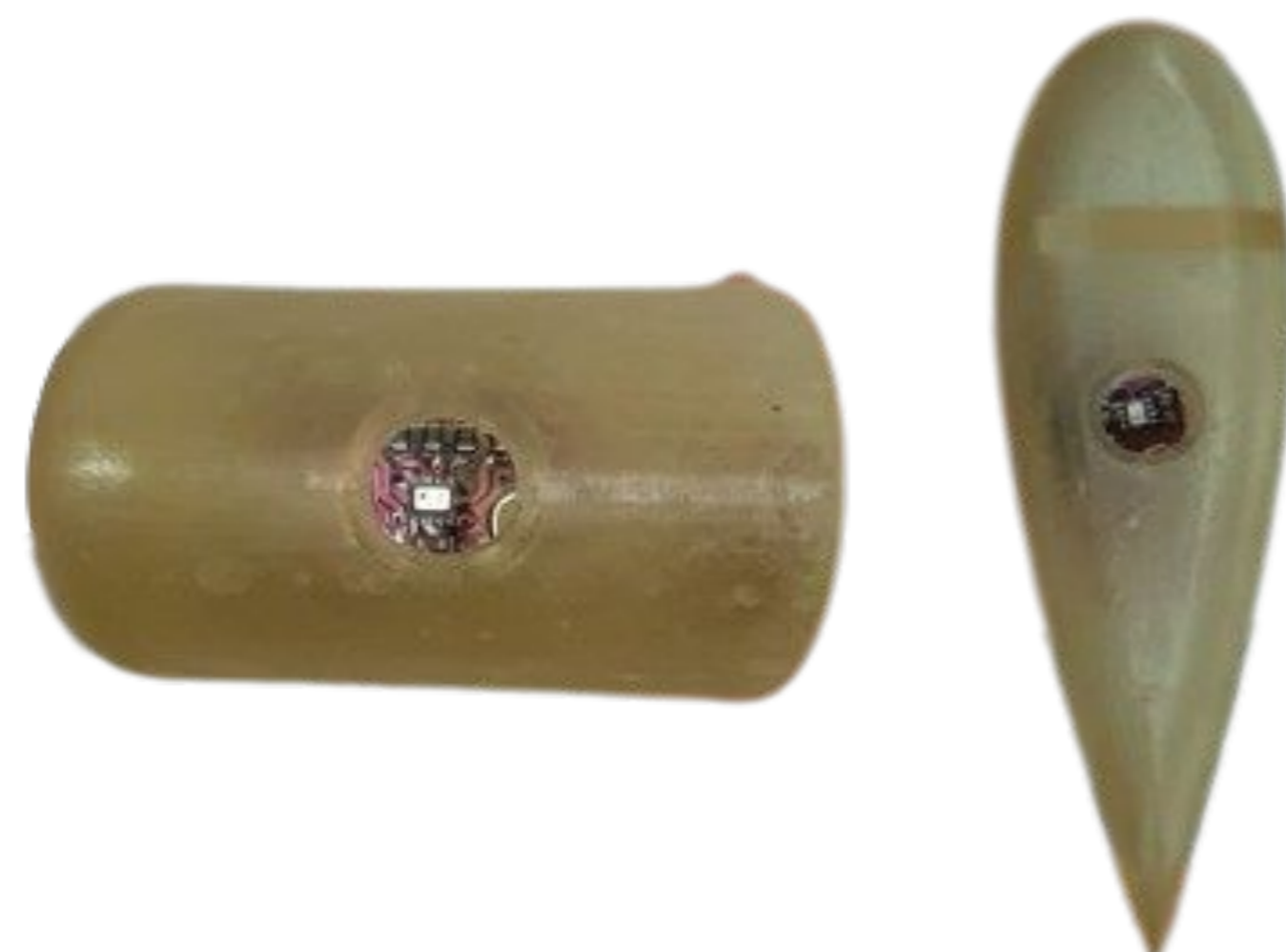
INTERFAZ GRÁFICA

Con un código escrito en Python se creó una interfaz gráfica para la visualización de los registros en tiempo real



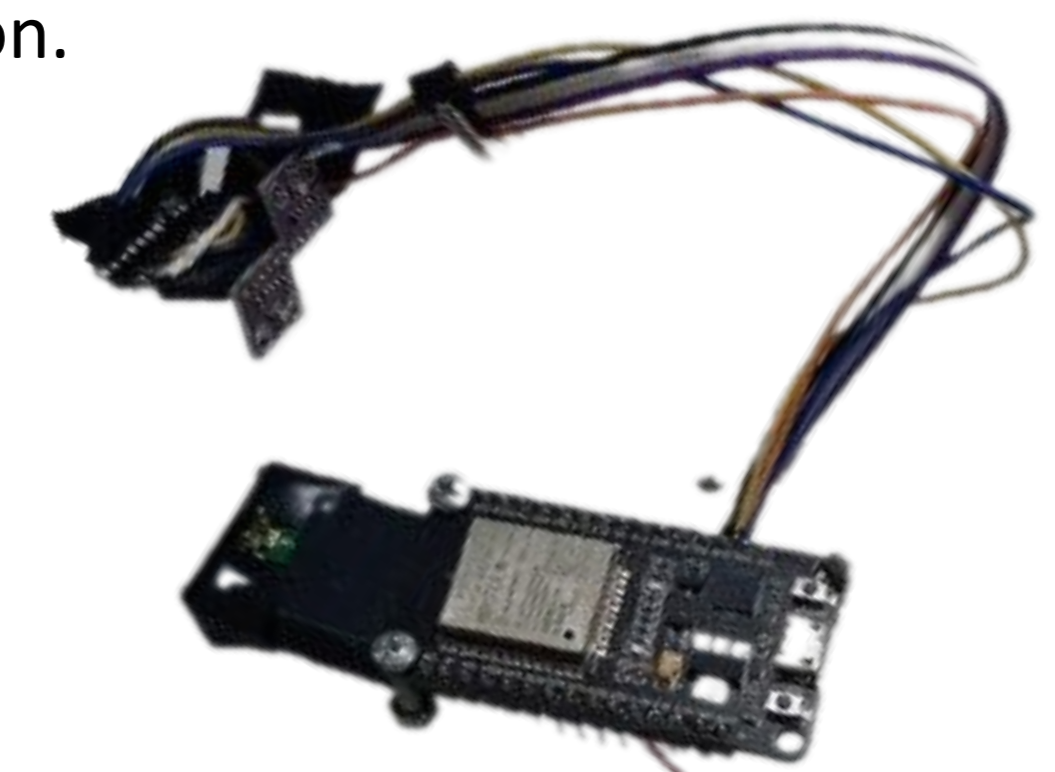
PERFIL DEL NODO SENSOR

Para evitar turbulencia generada por los sensores se diseñó un perfil que contiene dos sensores en perpendicular. Fue diseñada en SolidWorks e impresa con Resina



NODO CALIBRADOR

Los sensores de presión se calibran en un recipiente hermético a un valor de presión conocido. Mediante un módulo inalámbrico con una placa ESP32 alimentado con batería de litio se permite registrar la presión y transmitirlo a una computadora. Con el valor registrado y la referencia se podrán trazar curvas de calibración.



CONCLUSIONES

- Aunque los datos experimentales y los resultados finales aún están pendientes, este estudio representa un paso significativo hacia la instrumentación avanzada de un túnel de viento subsónico mediante tecnologías IoT.
- La planificación detallada y las expectativas futuras permiten anticipar la obtención de datos precisos para caracterizar el comportamiento del flujo en diferentes condiciones y su interacción con modelos de prueba.
- Los datos contribuirán al desarrollo sostenible de aerogeneradores de baja potencia y a la optimización de diseños en el contexto de las energías limpias y renovables.
- A medida que avanzamos en la calibración de los nodos y la adquisición de datos, esperamos contribuir de manera significativa en busca de soluciones más eficientes y sostenibles en el ámbito de la ingeniería de aerogeneradores.