



## Departamento de Eléctrica y Electrónica

### Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

**“Implementación un Prototipo de una red LoRa con sensores para el control medioambiental en el Laboratorio de Sistemas de Comunicación de la Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga”.**

#### **Autores:**

- Cajas Vilatuña, Cristóbal Eduardo
- Segura Valdiviezo, Marco Antonio

**Tutor:** Ing. Moreta Changoluiza, Janneth Elizabeth, Mgtr.

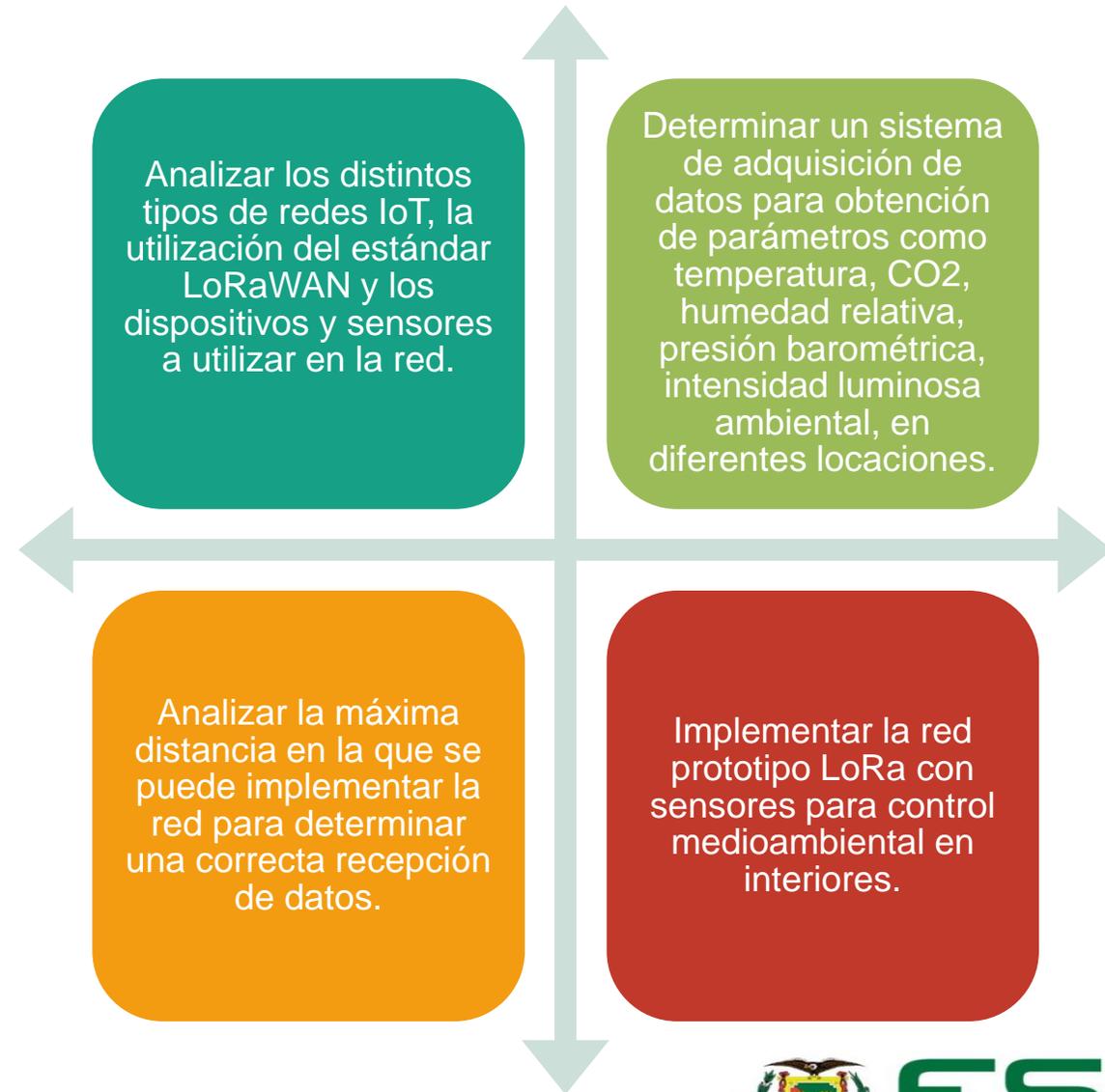


## Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE es una institución que forma profesionales en distintas áreas con prácticas educativas en sus laboratorios. La carrera de Tecnología en Redes y Telecomunicaciones cuenta con su laboratorio en el que se pretende implementar un prototipo de red LoRa con sensores para control medioambiental. Se analizan tipos de redes IoT, el estándar LoRaWAN, dispositivos y sensores y se evalúa la distancia para una correcta comunicación. La implementación es una oportunidad para los alumnos de aprender sobre redes inalámbricas.

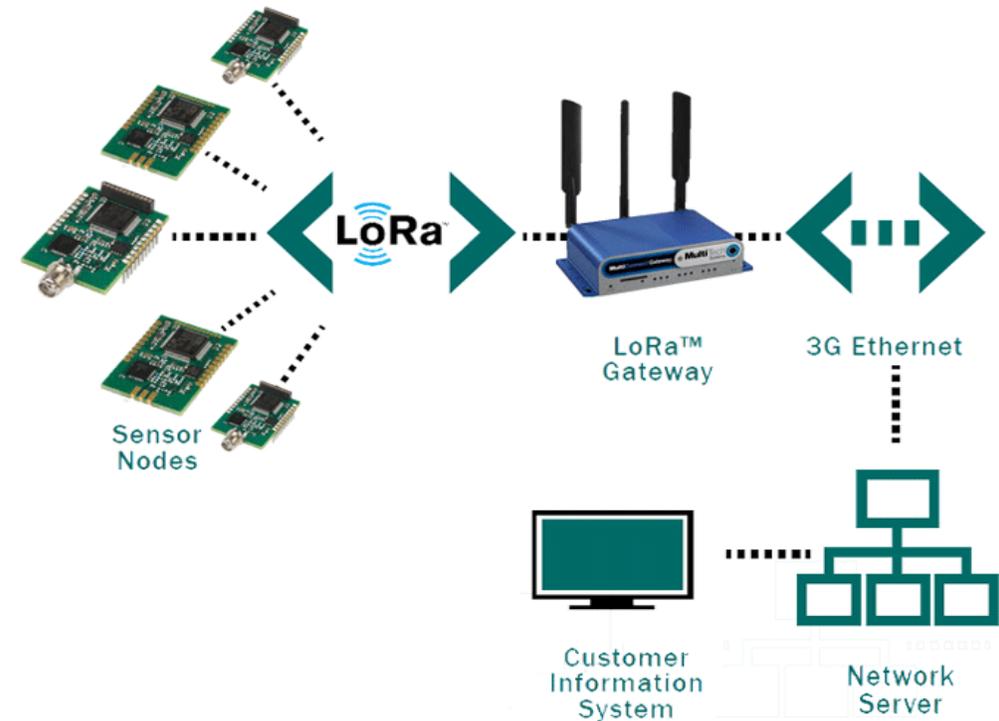
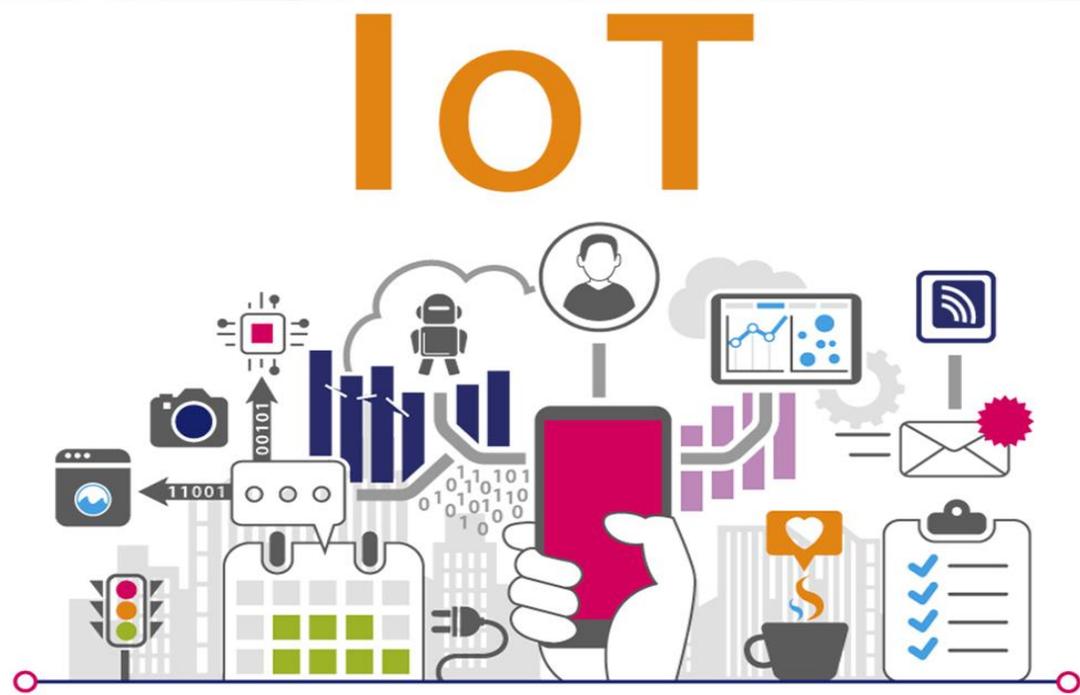
# Objetivos

Implementar un prototipo de una red LoRa con sensores para control medioambiental en interiores para el laboratorio de Sistemas de Comunicaciones de la Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga.



Internet de las cosas (IoT)

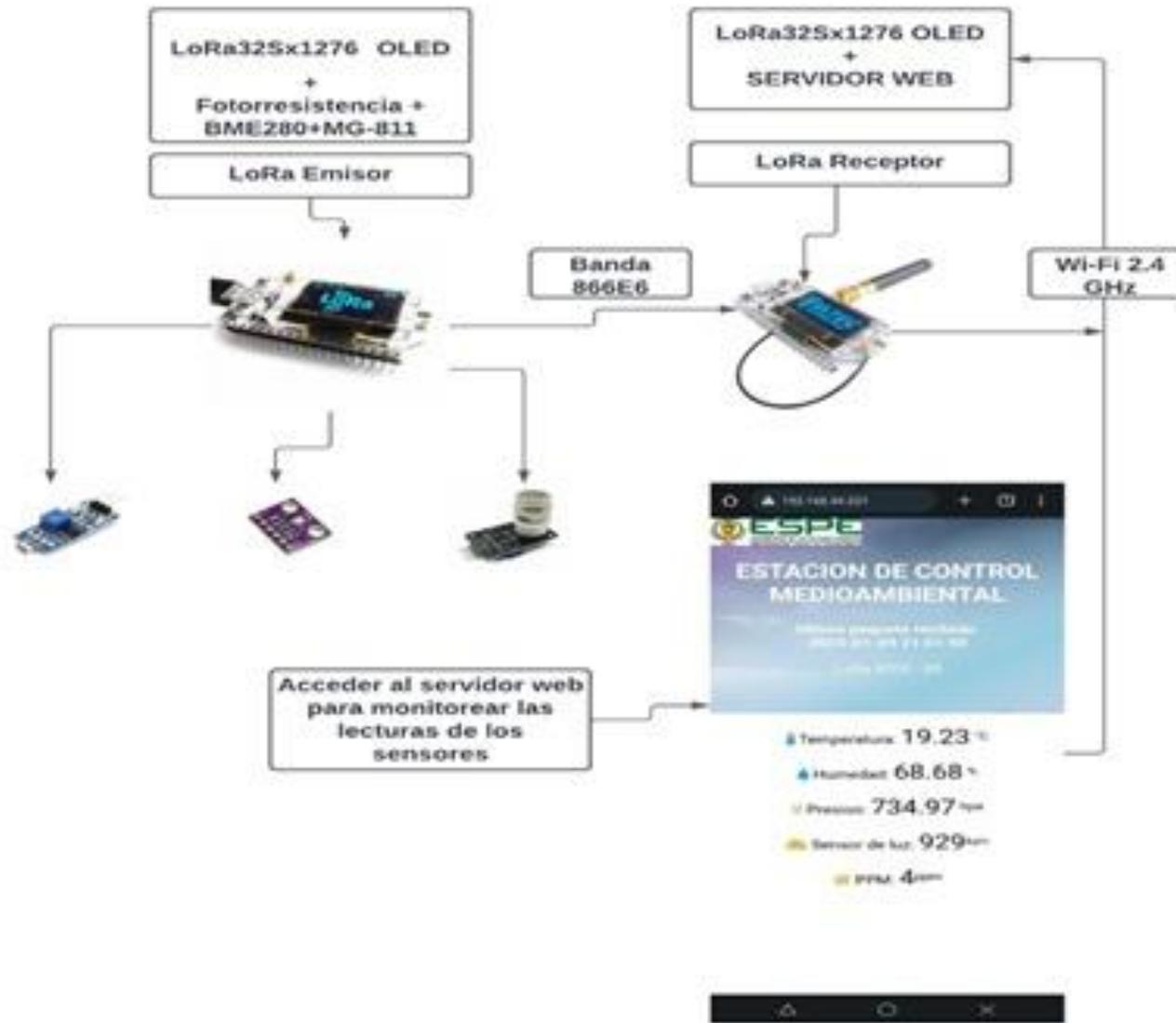
Red de área amplia de largo alcance (LoRaWan)



# ***DESARROLLO DEL PROYECTO***



# Diagrama de funcionamiento de la red



# Dispositivos de la red

## Placa Heltec WiFi LoRa 32 V2

- La placa Heltec WiFi LoRa 32 V2 es una tarjeta de desarrollo versátil y potente que combina las funciones de WiFi y LoRa y está diseñada para ser utilizada en aplicaciones IoT.

## Sensor BME 280

- El sensor BME280 es un sensor ambiental preciso y eficiente que mide la temperatura, la humedad y la presión atmosférica. Es un componente común en aplicaciones IoT y puede ser integrado fácilmente en proyectos que requieren medidas ambientales precisas.

## Modulo MG-811

- El MG-811 es un sensor analógico de dióxido de carbono que mide la concentración de CO2 en el aire con precisión, y puede medir en cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo que cuente con ADC.

## Sensor LDR

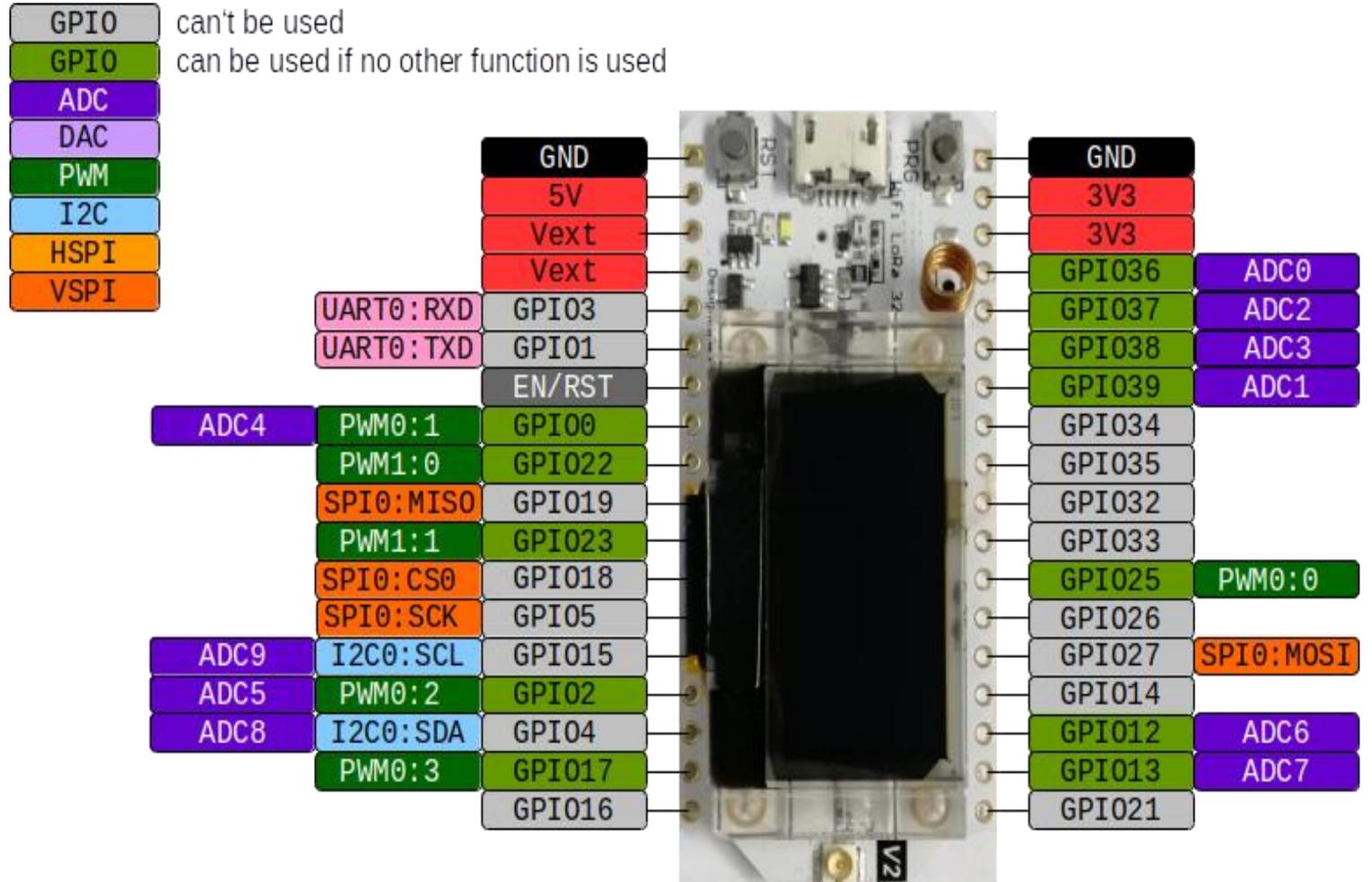
- Un sensor LDR (Light Dependent Resistor, también conocido como resistor fotorresistor) es un componente electrónico que varía su resistencia en función de la cantidad de luz que incide en él.



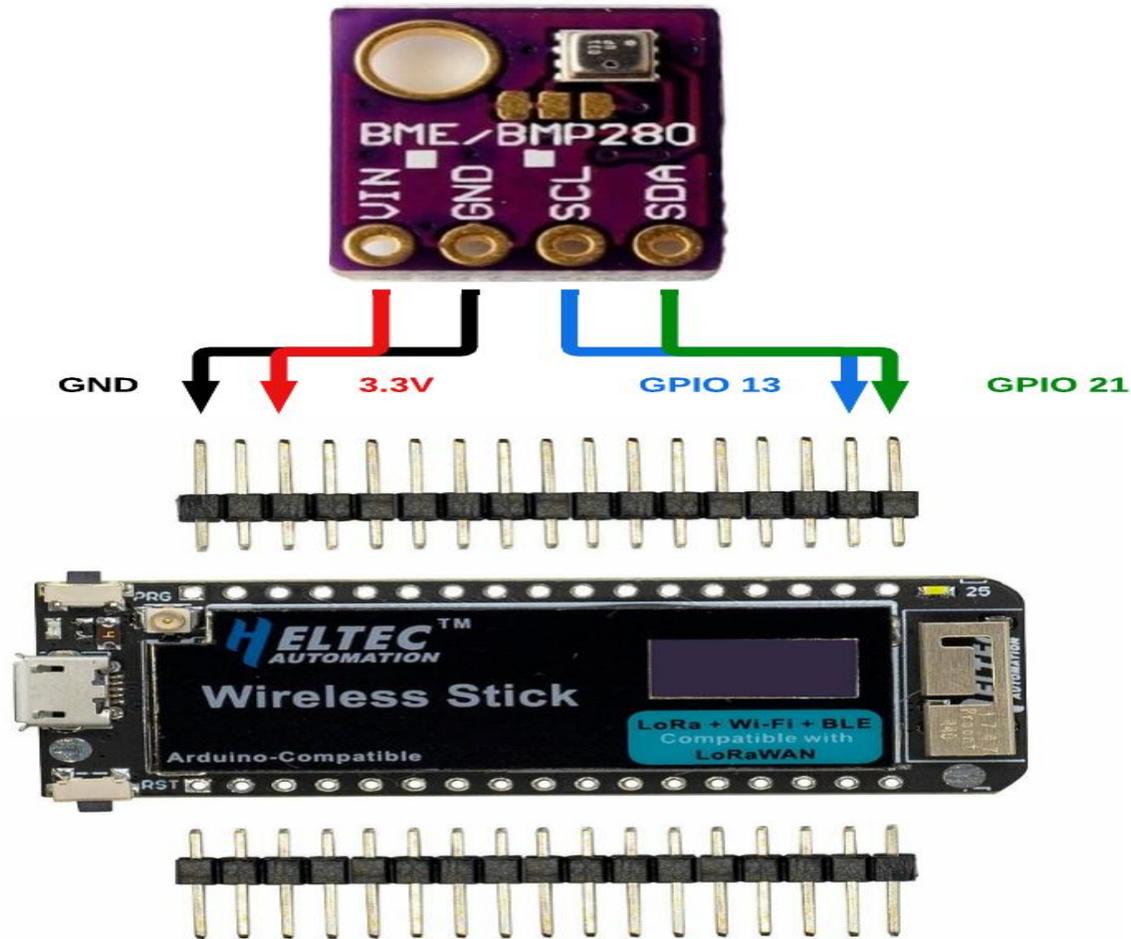
# Placa Heltec WiFi LoRa 32 V2

Diagrama de distribución de Wifi LoRa 32.

Las placas se comunican entre si a través de la banda europea y los pines de los chips de LoRa, son los terminales que se utilizan para transmitir y recibir señales de radio en dispositivos LoRa.



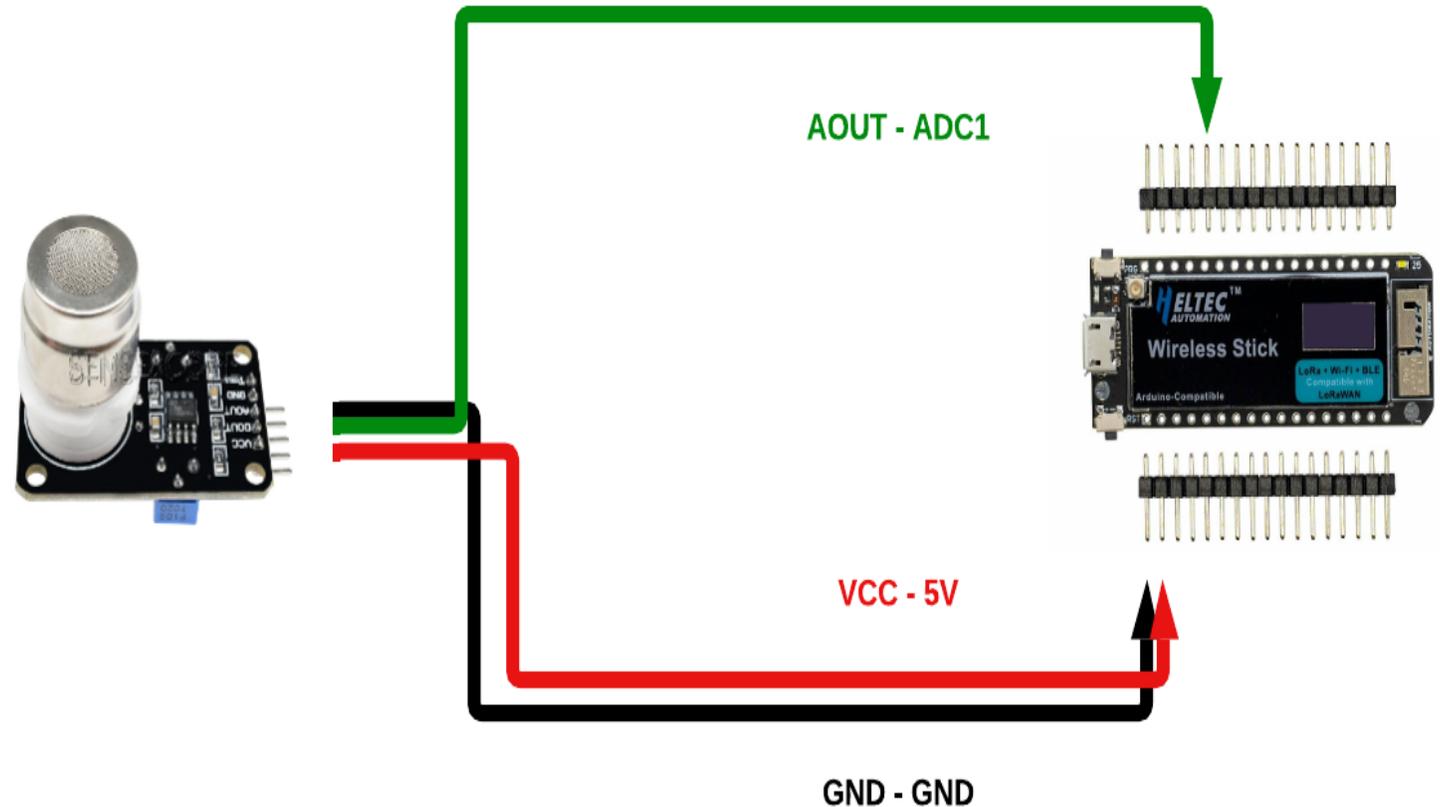
## Circuito LoRa-BME280



- El BME280 utiliza el protocolo de comunicación I2C. Este protocolo se caracteriza por hacer uso de las líneas SCL y SDA para monitorear otros dispositivos: la primera es línea de reloj en serie y la segunda es el puerto de aceptación de línea de datos.

# Circuito LoRa-MG-811

- Para efectos del prototipo, la conexión a la placa es muy básica: basta con conectarlo en los GPIO indicados y leer la señal analógica con los convertidores ADC.



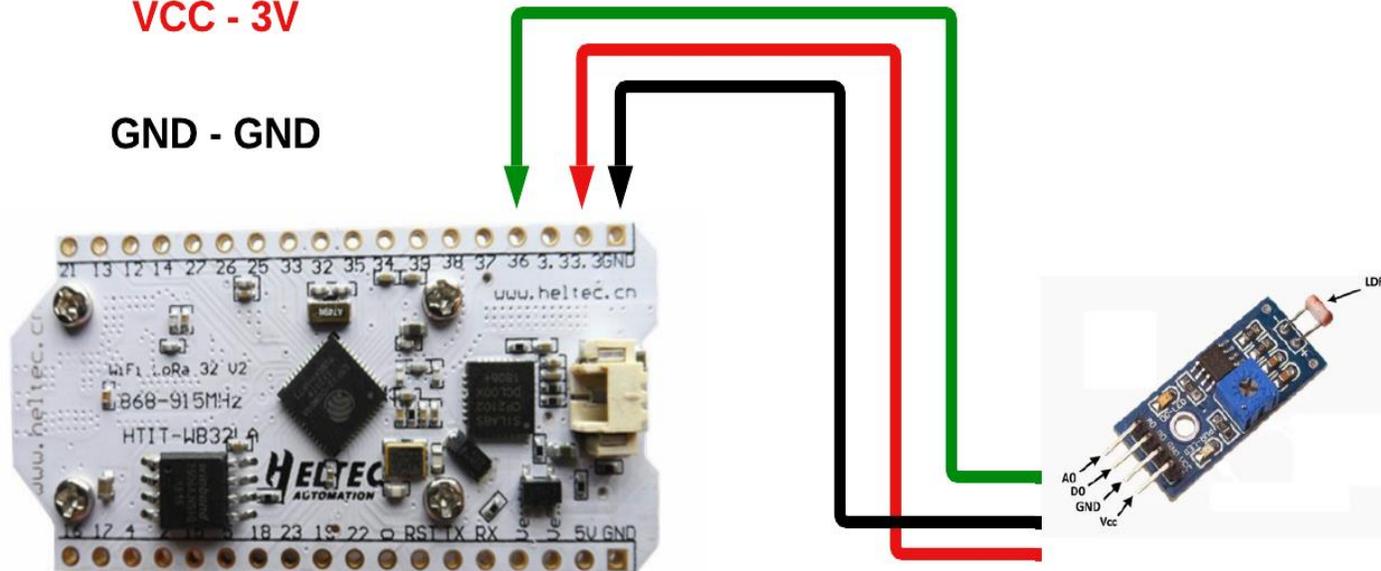
## Circuito LoRa-Fotorresistencia

- El circuito entre la placa y la fotorresistencia es muy simple, solo es necesario conectarlo al voltaje indicado en las especificaciones y al GPIO capaz de leer la señal analógica con los convertidores ADC

A0 - ADC0

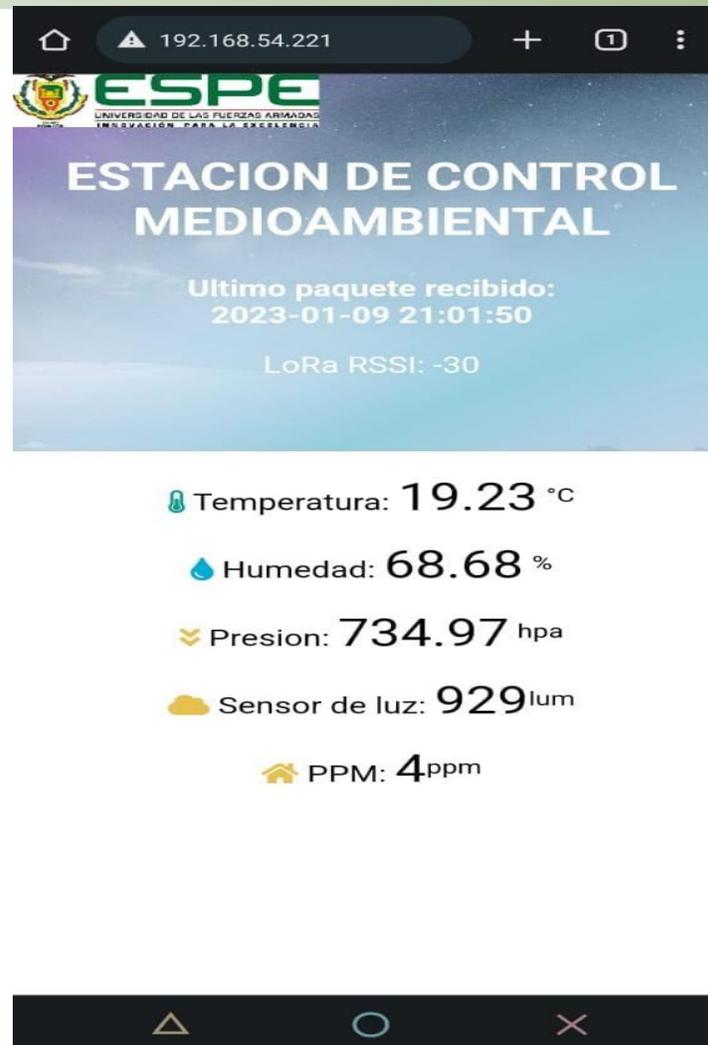
VCC - 3V

GND - GND

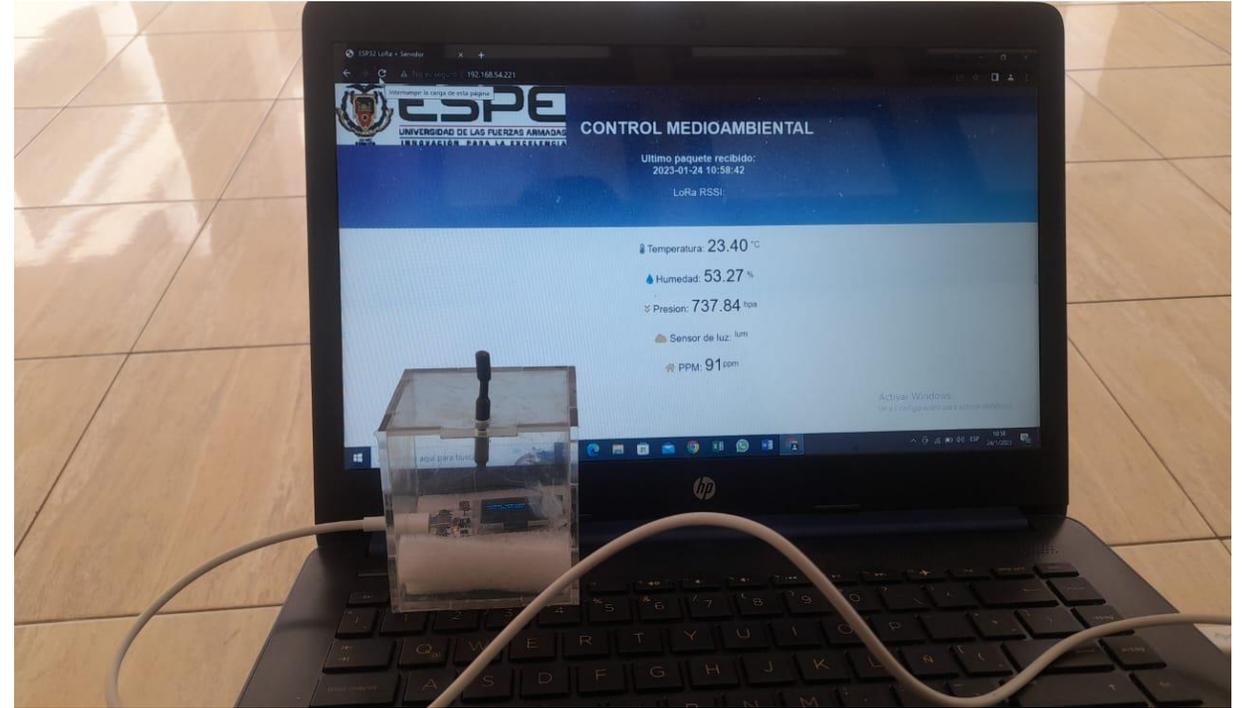


## Servidor web

- Existen varias formas de mostrar imágenes en un servidor web ESP32 y en formato PNG o JPG; pero sea cual fuere, se almacenan en el sistema de archivos SPIFFS. Para insertar la imagen en un servidor web es necesario utilizar la biblioteca ESPAsyncWebServer en un servidor HTTP simple.



# Análisis de resultados.



# Conclusiones

Se realizó una investigación minuciosa de los diversos tipos de redes IoT, la utilización del estándar LoRaWAN y los dispositivos y sensores a utilizar en la red, evaluando su eficiencia, alcance y seguridad, así como también, las especificaciones técnicas de cada una, cubriendo de esta manera los requerimientos para el proyecto, incluyendo su funcionamiento, precisión y costo.

Para determinar el sistema de adquisición de datos, se ha utilizado la combinación de tecnología LoRa, los de sensores IoT y una la interfaz web; que proporcionan una solución completa y fácil de usar para el control medioambiental en interiores ya que permite monitorear las variables en tiempo real, mejorando la capacidad de tomar decisiones y gestionar los entornos de manera efectiva.



Se ha implementado un prototipo de una red LoRa con sensores para control medioambiental en interiores, el cual cuenta con un sistema efectivo de adquisición de datos para la obtención de parámetros importantes para el control medioambiental, tales como temperatura, CO<sub>2</sub>, humedad relativa, presión barométrica e intensidad luminosa ambiental en diferentes locaciones. Este sistema permite una monitorización precisa y en tiempo real de los ambientes, lo que es esencial para garantizar un entorno

Mediante pruebas se determinó una correcta recepción de datos alcanzado con éxito al obtener un enlace mayor a 500 metros. Este resultado demuestra la capacidad de la tecnología para transmitir información de manera confiable y eficiente a largas distancias, lo que aumenta la precisión y confiabilidad de los datos recopilados por los sensores.



# Recomendaciones

Se recomienda analizar cuidadosamente los requerimientos del proyecto como la eficiencia, el alcance, la seguridad y sobre todo el costo de los dispositivos y sensores para determinar si es viable la implementación del estándar LoRaWAN, y poder garantizar una red IoT eficiente y efectiva.

Antes de la implementación, analizar a detalle cada una de las especificaciones técnicas de los sensores y dispositivos a utilizar, para asegurarse de que cumplan con las necesidades y requerimientos del proyecto.

Un vez implementado la red, se recomienda considerar el mantenimiento y actualización periódica del sistema para garantizar su eficiencia y precisión a largo plazo.

Analizar con mayor detenimiento los factores antes mencionados, como la calidad de la señal, la interferencia ambiental y la capacidad de transmisión de datos, al evaluar y planificar la implementación de la red LoRa para control medioambiental en interiores.

Una vez encendido los nodos es recomendable esperar un tiempo considerable para lograr lecturas confiables, pues los sensores tienen un margen de error que disminuye conforme pasa el tiempo de encendido.

