

UNIVERSIDAD GALILEO

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

DYCDE

Sistema de Monitoreo con Tecnología LoRa

Alexander Sactic

Julio 2025

Resumen

Este documento presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo ambiental diseñado para operar en zonas rurales o remotas donde la conectividad celular es limitada o inexistente. El sistema emplea un microcontrolador ESP32 junto con sensores ambientales y comunicación inalámbrica mediante LoRa. La información recolectada permite evaluar variables como temperatura, humedad, calidad del aire y niveles de alcohol en el ambiente, visualizándose en una plataforma en la nube mediante Firebase.

1. Introducción

En muchas regiones apartadas, la infraestructura para comunicaciones tradicionales como redes celulares o WiFi es inexistente o poco confiable. Ante esta necesidad, el presente proyecto propone una solución de monitoreo ambiental basada en la tecnología LoRa, que permite transmisiones de largo alcance con bajo consumo de energía. El objetivo es ofrecer una herramienta accesible y eficiente para la supervisión remota de condiciones ambientales.

2. Componentes del sistema

2.1. ESP32

El **ESP32** es un microcontrolador de alto rendimiento que integra WiFi y Bluetooth. Ofrece múltiples pines de entrada/salida digital y analógica.

2.2. Sensor BME680

El sensor **BME680** permite medir temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y compuestos orgánicos volátiles (VOC).

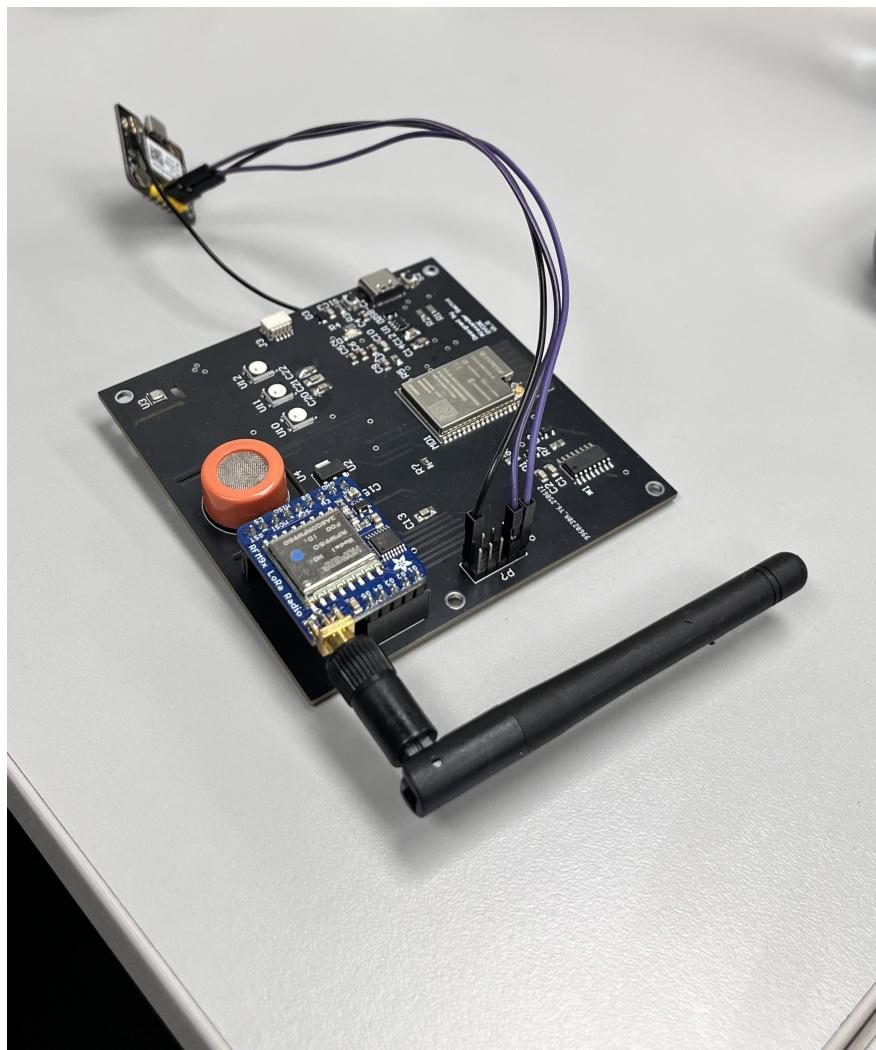


Figura 1: Nodo con sensores BME680 y MQ3 integrados.

2.3. Sensor MQ3

El **MQ3** es un sensor de gas sensible al alcohol. Permite detectar vapores de etanol en el ambiente, útil para ambientes laborales, procesos industriales o seguridad en zonas rurales.

2.4. NeoPixels

Los **NeoPixels** son LEDs RGB programables. Se emplean como indicadores visuales del estado del sistema. Por ejemplo, se puede encender una luz roja si el nivel de alcohol excede un umbral definido.

2.5. Módulo LoRa

El módulo **LoRa** transmite los datos recolectados por el nodo hacia un *gateway* central, utilizando la frecuencia de 915MHz. En pruebas realizadas en zonas urbanas se alcanzó una

distancia de 732 metros en línea recta, con posibilidades de extenderla mediante antenas de mayor ganancia.



Figura 2: Gateway que recibe los datos por LoRa y los envía a Firebase por WiFi.



Figura 3: Dispositivo ensamblado dentro del encapsulado para exteriores.



Figura 4: Gateway en operación con conectividad WiFi.



Figura 5: Nodo finalizado, encapsulado y con antena GPS colocada para óptima recepción.

3. Funcionamiento del sistema

El sistema recoge información de los sensores a intervalos programados. Estos datos son procesados localmente por el ESP32. En caso de detectar condiciones críticas, como altos niveles de alcohol, se encienden alertas visuales mediante los NeoPixels. Luego, los datos son enviados al gateway a través de LoRa y se almacenan en Firebase para su visualización.

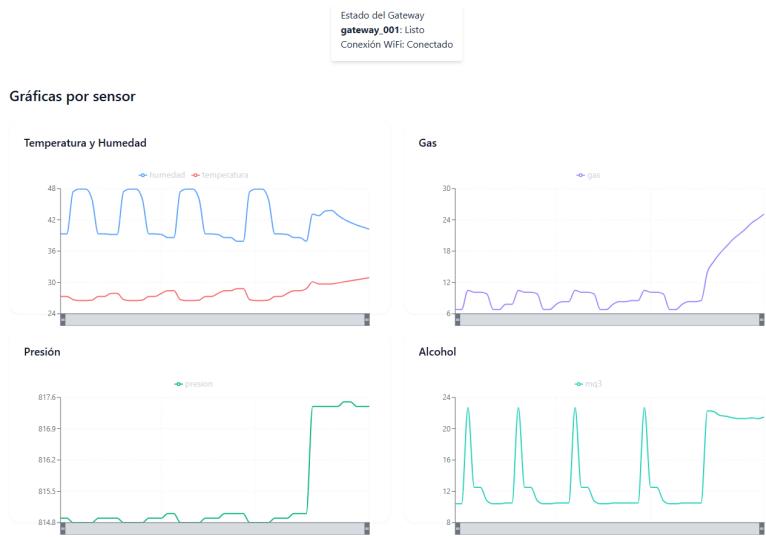


Figura 6: Dashboard en la nube con gráficas de los datos recolectados.

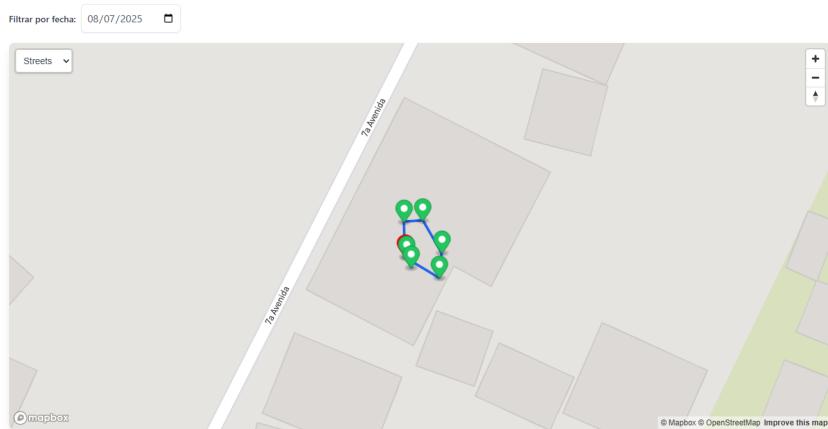


Figura 7: Visualización geográfica de los datos recolectados por el nodo.

4. Aplicaciones

- Monitoreo ambiental en zonas agrícolas y rurales.
- Detección de alcohol en entornos industriales.
- Evaluación de la calidad del aire en comunidades remotas.
- Sistemas de alerta temprana en regiones sin acceso a Internet.

5. Conclusiones

El sistema diseñado demuestra ser una alternativa económica y escalable para la recolección remota de datos ambientales. El uso de LoRa con sensores como el BME680 son componentes que se pueden conseguir fácilmente y permiten implementar soluciones en zonas donde otras tecnologías no aplican por falta de cobertura.

Referencias

- Espressif Systems. *ESP32 Technical Reference Manual*.
- Bosch Sensortec. *BME680 Datasheet*.
- Hanwei Electronics. *MQ-3 Gas Sensor Datasheet*.
- Semtech Corporation. *LoRa Modulation Basics*.