

# SISTEMA DE MONITOREO AMBIENTAL CON IOT PARA LABORATORIOS DE INTI LA RIOJA: ETILÓMETROS, ALIMENTOS Y 4.0. PROPUESTA DE PROTOTIPO

Javier Tineo<sup>(1)</sup>, Juan Elías Rodríguez<sup>(1)</sup>, Víctor Andrada<sup>(1)</sup> y Emanuel Alejandro Chocobar Leal<sup>(1)</sup>

(1) Centro de Investigación y Desarrollo INTI La Rioja. Subgerencia Operativa Regional Cuyo. 30 de Septiembre y Curapalihue, La Rioja, Argentina | jtineo@inti.gob.ar

## 1. Resumen del caso

El proyecto desarrolla un prototipo de sistema de monitoreo ambiental basado en IoT para los laboratorios de Alimentos, Etilómetros e Industria 4.0 de INTI La Rioja. Se busca recopilar y visualizar datos ambientales críticos en tiempo real a través de una interfaz web. Las metas específicas incluyen diseñar una red de sensores para monitorear variables como temperatura y humedad, desarrollar dispositivos de medición con estuches diseñados a medida digitalmente e impresos en 3D, e instalar estos sistemas en los laboratorios. Además, se crea una base de datos de los registros para mejorar la calidad de los procesos mediante un análisis de datos que optimice las condiciones ambientales.

## 2. Situación inicial

En un relevamiento de las necesidades de mejora de la calidad de los procesos en los laboratorios de INTI sede La Rioja se detectan la falta de instrumentos que permitan registrar y monitorizar las condiciones ambientales de los laboratorios para su registro y posible certificación de técnicas y procesos según las normas. Actualmente, los laboratorios carecen de un control efectivo sobre variables ambientales críticas, como temperatura, humedad y calidad del aire. La recolección de datos se realiza manualmente en planillas sin una base de datos digital con el registro histórico de las mediciones imposibilitando un análisis de datos.

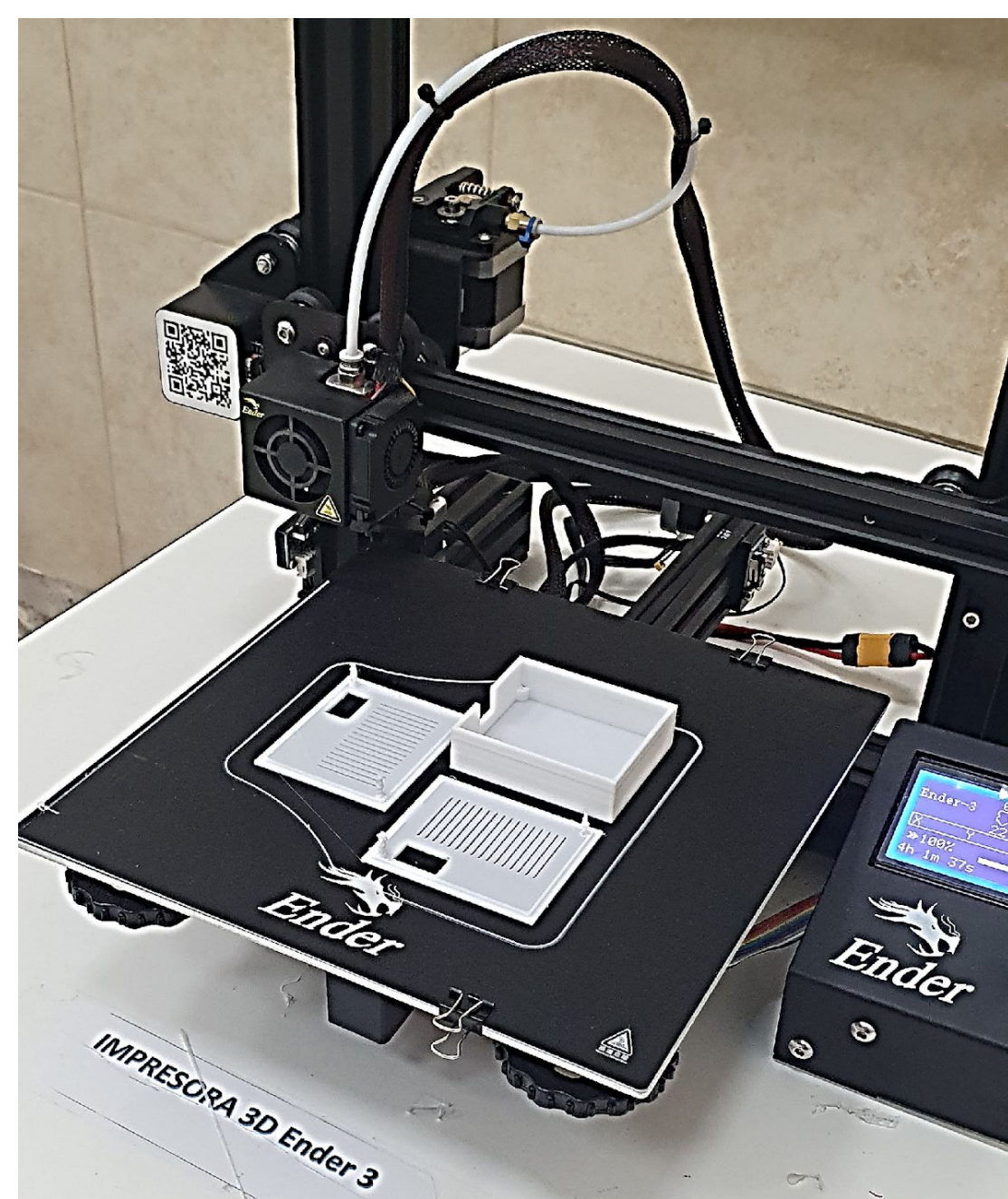


Foto 1. Impresión 3d de estuches

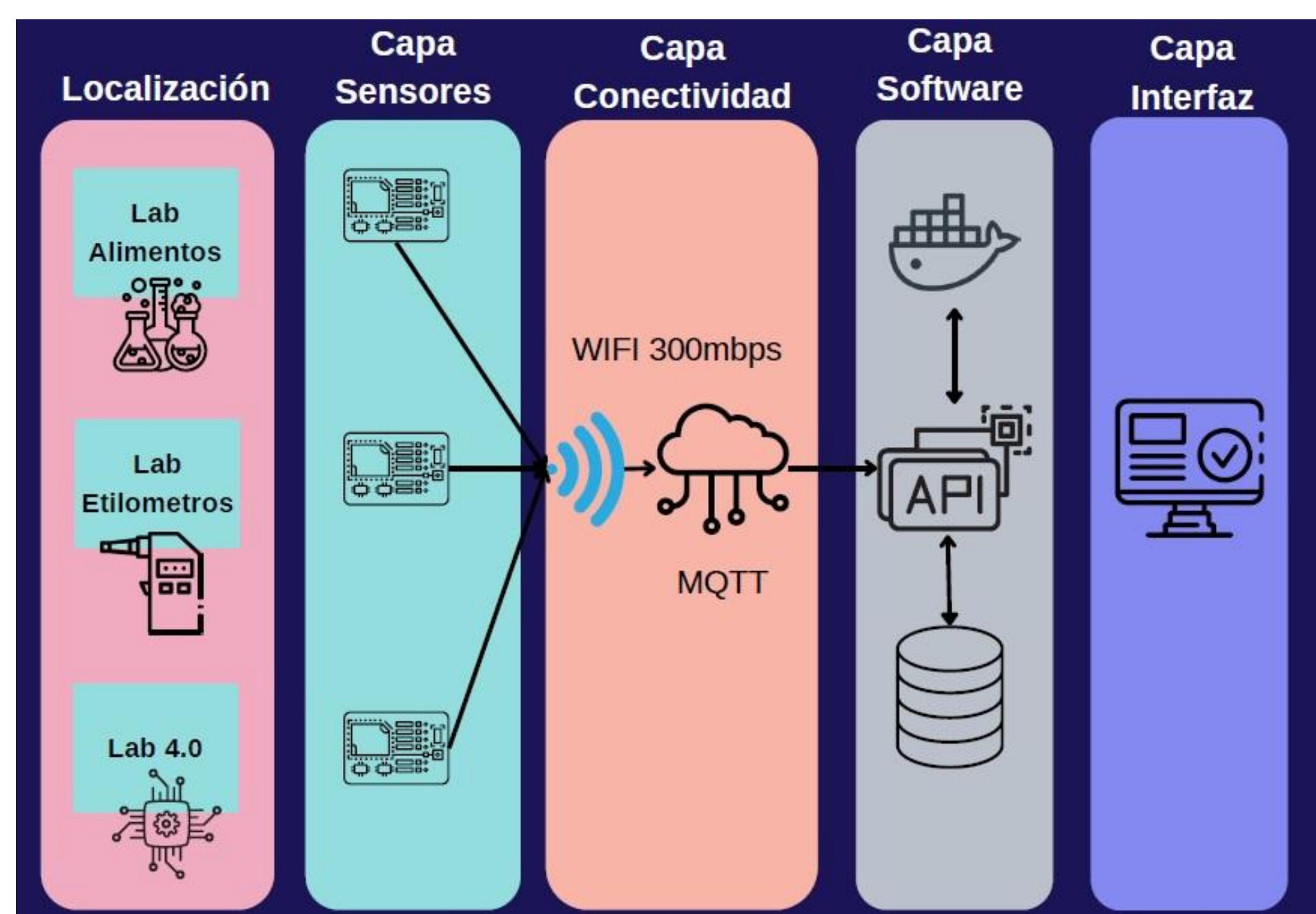


Gráfico 1. Arquitectura general del Sistema por capas

## 3. Herramientas o métodos utilizados

Para el desarrollo del sistema de monitoreo ambiental en los laboratorios de INTI La Rioja, se emplearon varias herramientas tecnológicas y metodologías clave. En primer lugar, se diseñó una **red de sensores basados en tecnología IoT, utilizando dispositivos como el microcontrolador ESP32 y sensores de temperatura y humedad DHT22**, los cuales fueron integrados mediante **placas electrónicas**. Una observación clave es la **calibración oficial de los sensores**, requisito imprescindible para certificar el cumplimiento de normas en los laboratorios a la hora de su implementación final.

## 4. Resultados alcanzados

Se implementó con éxito una **red de sensores IoT en los laboratorios de Alimentos, Etilómetros e Industria 4.0**, permitiendo el monitoreo continuo de variables clave como la **temperatura, la humedad y la calidad del aire**. Se alcanzó la **visualización de los datos** de diferentes laboratorios en una **única plataforma** a través de **indicadores o gauge con sus respectivos límites inferiores y límites superiores establecidos para las tareas de laboratorios** e histograma de series temporales para las variables de temperatura y humedad de cada laboratorio, se integró al sistema **la API del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) para monitoreo de condiciones ambientales externas**.

Se alcanzó el objetivo de la **disponibilidad de los datos para el análisis estadístico**, se logró la **interconexión entre los diferentes laboratorios**, se logró implementar una **metodología de diseño de software**. Se logró la **personalización del módulo con el diseño e impresión 3D del estuche**. Otro resultado clave fue la **capacitación del personal para el uso y mantenimiento del sistema**, lo que asegura su correcta operación a largo plazo. El sistema también demostró ser **escalable, permitiendo su potencial expansión a otros laboratorios o sectores industriales**, consolidando a INTI como un referente en la implementación de soluciones tecnológicas basadas en IoT. **El INTI La Rioja obtuvo experiencia en procesos de innovación y desarrollo y adoptarlo en la cultura de la organización.**

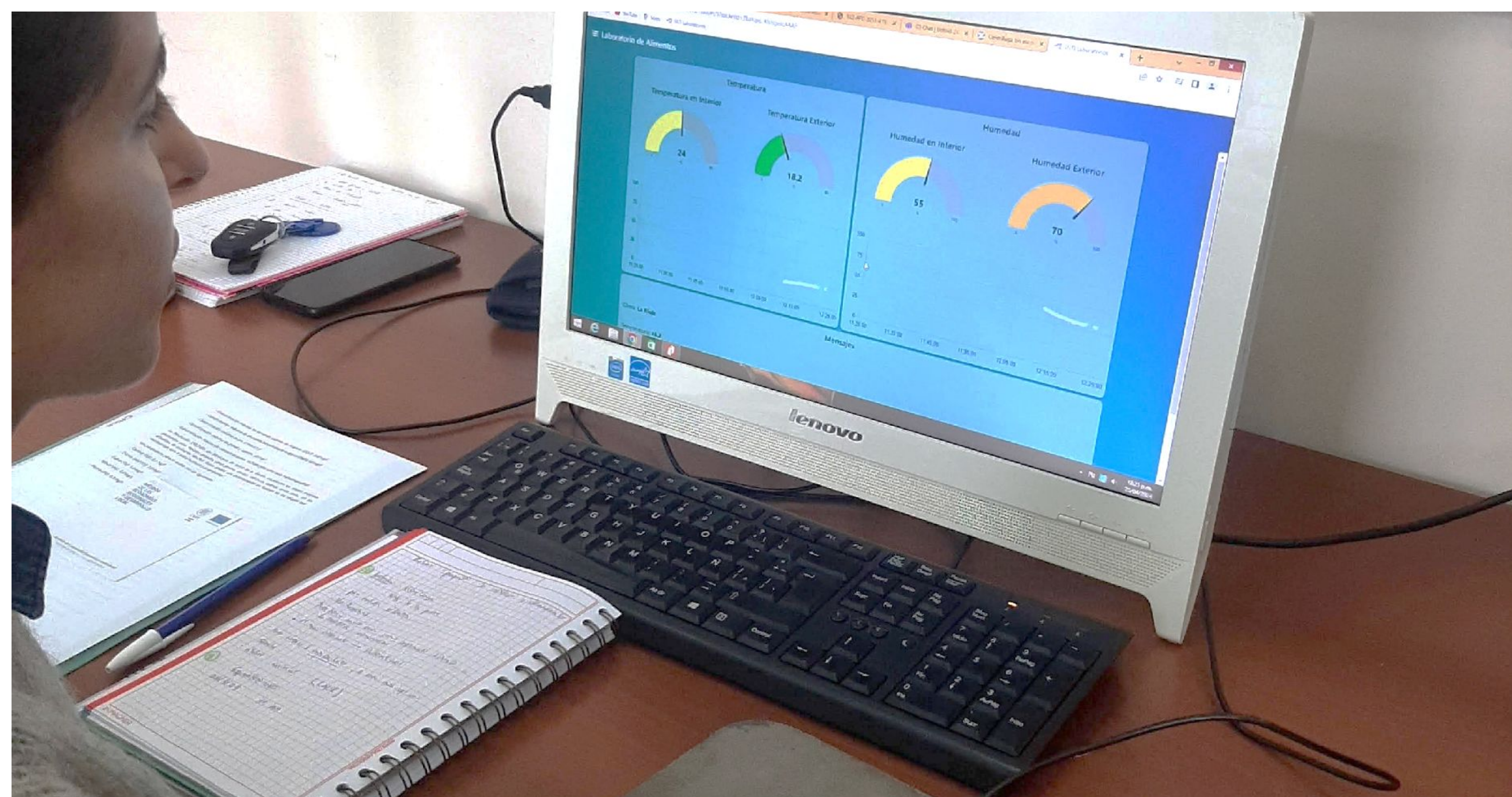


Foto 2. Test de usuario en Laboratorio de Alimentos de la primera versión del sistema de monitoreo IoT.

Estos dispositivos permiten la **captura continua de datos ambientales críticos en tiempo real**. El diseño de los **soportes físicos o estuches para los sensores** fue realizado a través de software de diseño 3D como **SolidWorks**, y se imprimieron utilizando tecnología de **manufactura aditiva** con impresoras **Creality Ender 3**. Para la gestión de los datos recopilados, se desarrolló una plataforma de software utilizando **Node-RED**, herramienta de programación visual por flujos en nodos, la cual acelera el desarrollo y puesta en marcha de una aplicación, escalable para aplicaciones IoT si combina con metodologías de control de **versiones GIT** y una correcta gestión de la infraestructura del sistema como **Docker o Jenkins**. La gestión de los datos se implementó una **base de datos no relacional llamada InfluxDB** diseñada exclusivamente para aplicaciones IoT las cuales requieran un almacenamiento y recuperación de alta velocidad de los datos. El sistema se conecta a través de la **red WiFi** del instituto, utilizando el **protocolo de comunicación MQTT** para garantizar la eficiencia en la transmisión de datos. Esta infraestructura permite el monitoreo eficaz de las condiciones ambientales, optimizando así los procesos de control y aseguramiento de calidad en los laboratorios.

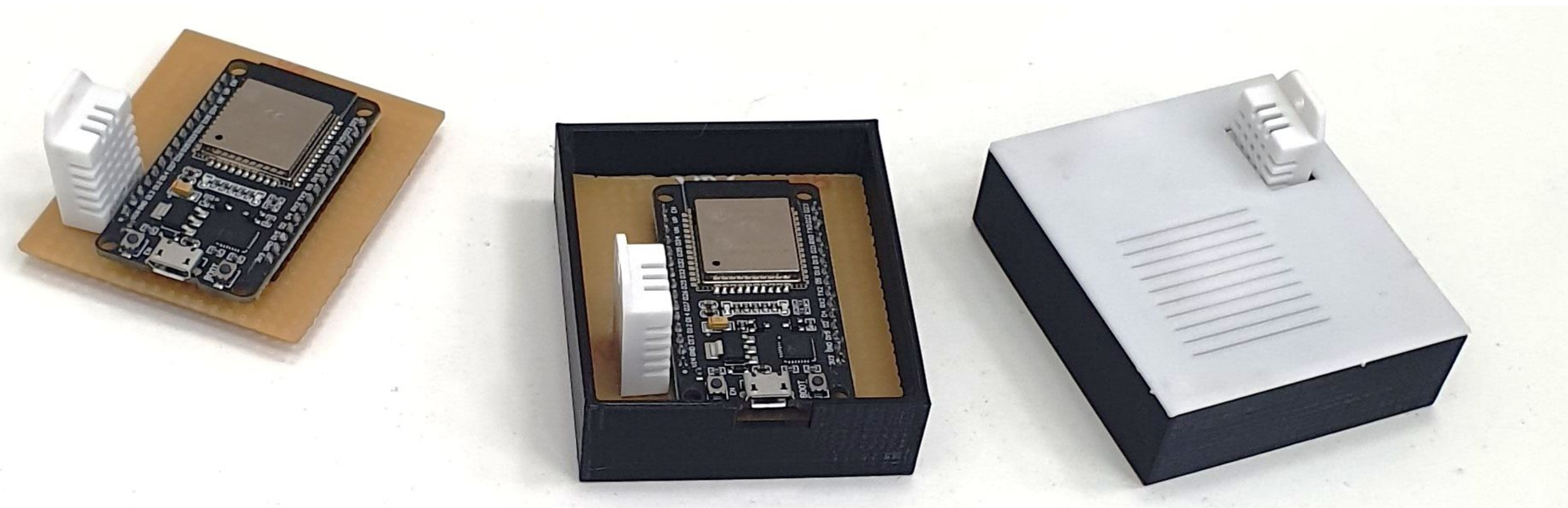


Foto3. Módulos IoT integrados por sensores, microcontrolador, placa y estuche.