



CONTEXTO

¿Sabías que 1 de cada 5 litros de agua potable se pierde en las redes de distribución a nivel mundial? Esta alarmante cifra, equivalente a más de 130 mil millones de litros diarios, se traduce en un problema de gran magnitud que afecta a todos (Banco Mundial, 2023). Mientras el agua se desperdicia a través de fugas en las redes de distribución, alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua potable segura en 2023 (UNICEF, 2023). Estas fugas no solo provocan la pérdida de agua potable, sino que también generan costos excesivos por reparaciones y daños a la infraestructura. La detección oportuna y precisa de las fugas es crucial para minimizar su impacto negativo.



Imagen 01: Tubería rota produce impresionante fuga de agua. | Fuente: RPP / Foto: Andina



Imagen 02: Aniego afecta dos cuadras en el centro empresarial. | Fuente: El Comercio / Foto: Andina

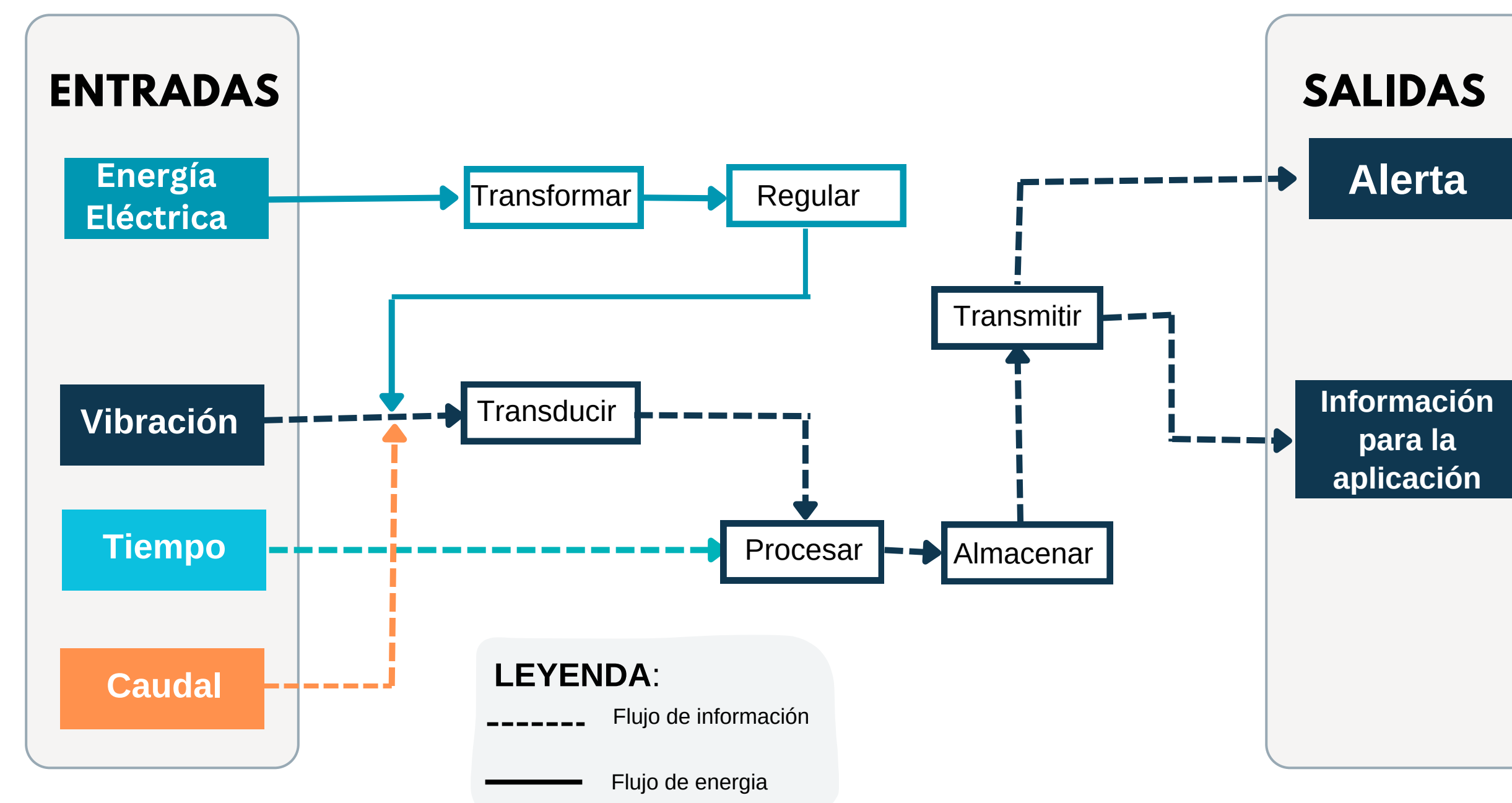
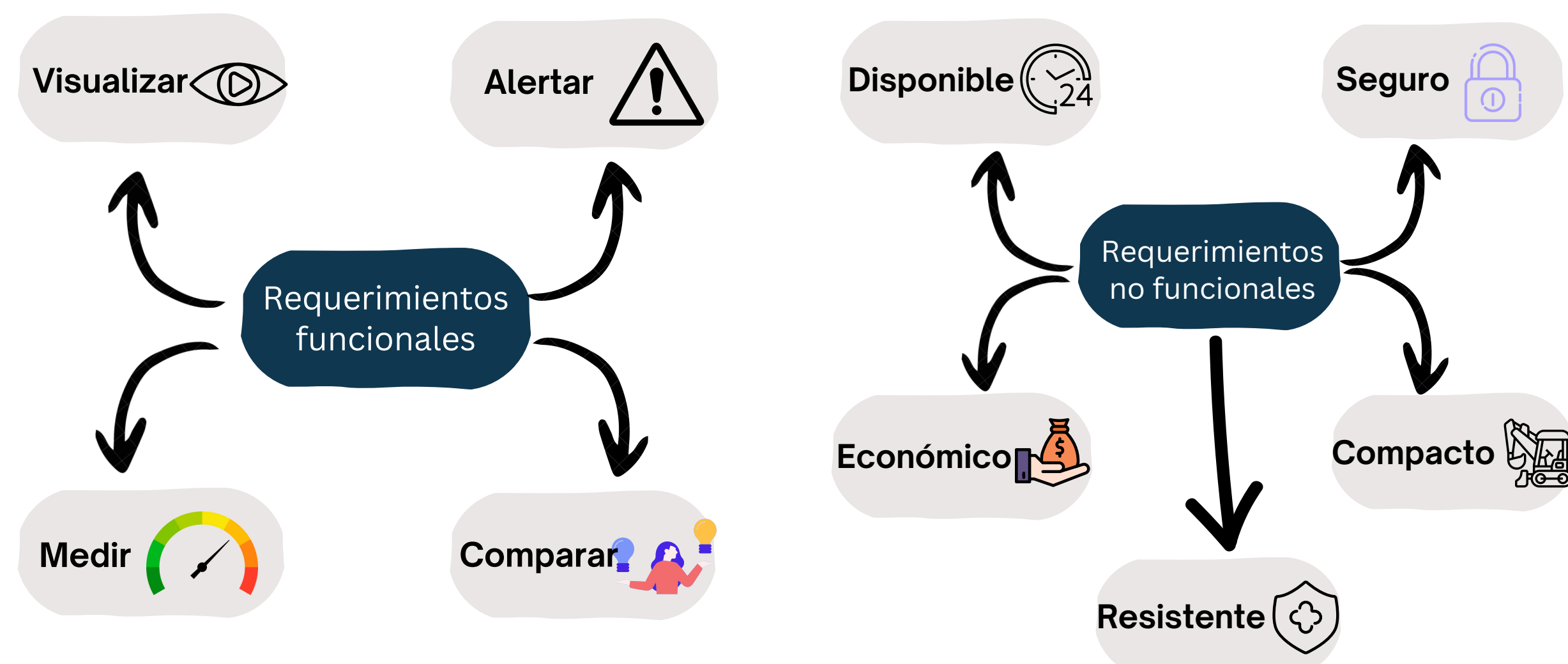
MOTIVACIÓN

Lima, como muchas ciudades del mundo enfrentan la escasez de agua. Miraflores, uno de los distritos con mayor consumo en la ciudad, no es ajena a esta problemática. Las fugas en las tuberías, sin detección rápida y precisa, agravan la situación. Un tanque elevado con fugas puede desperdiciar hasta 300 mil litros al mes, con un pago adicional de hasta S/ 3168, (Municipalidad Miraflores, 2021). Ante esta situación, dicha municipalidad ha decidido tomar acción. Es aquí donde nuestro proyecto cobra vida. Motivados por la su iniciativa, buscamos contribuir con una solución que no solo ayude a Miraflores, sino también a otras ciudades del Perú y del mundo en un futuro.

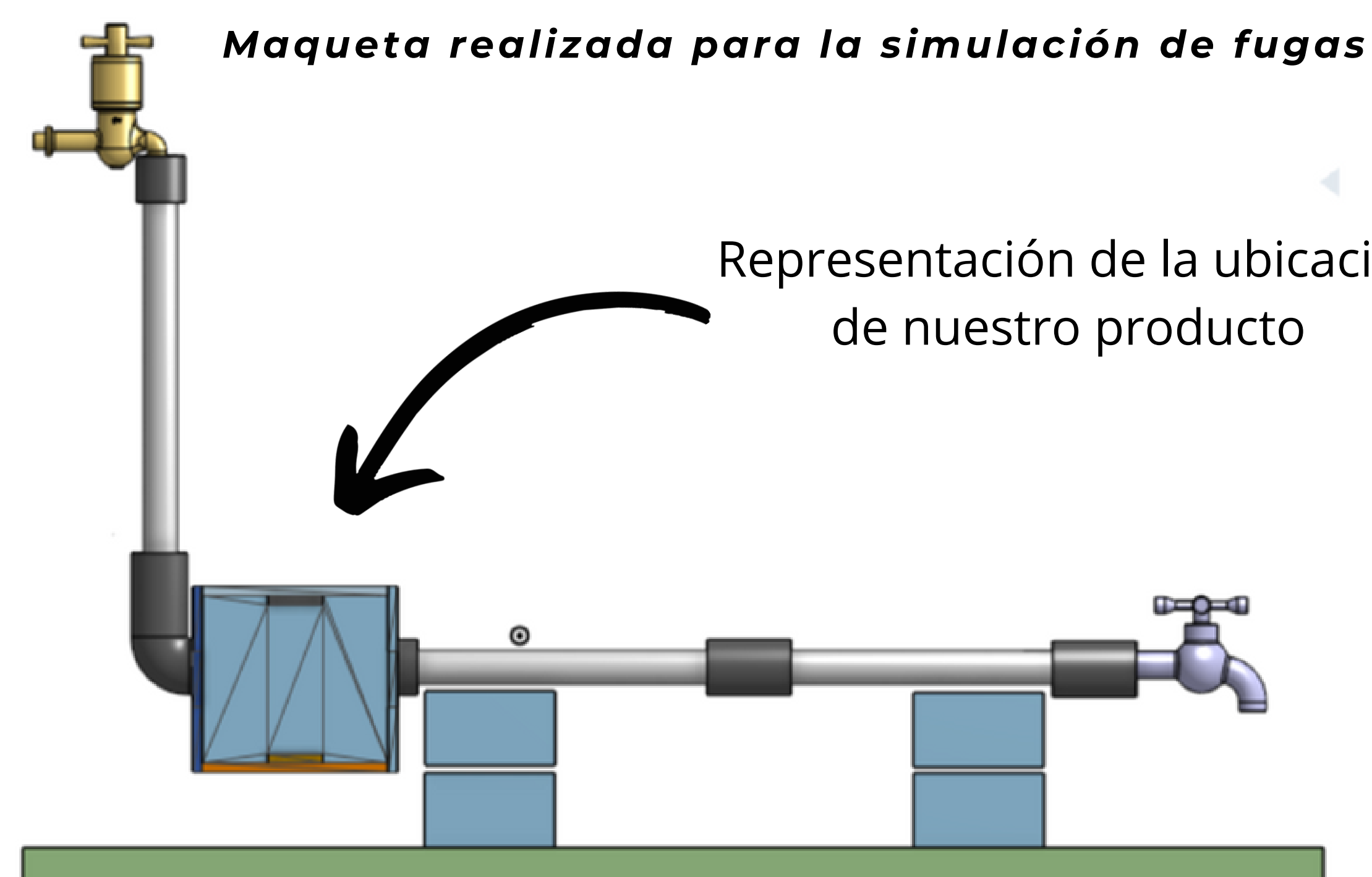
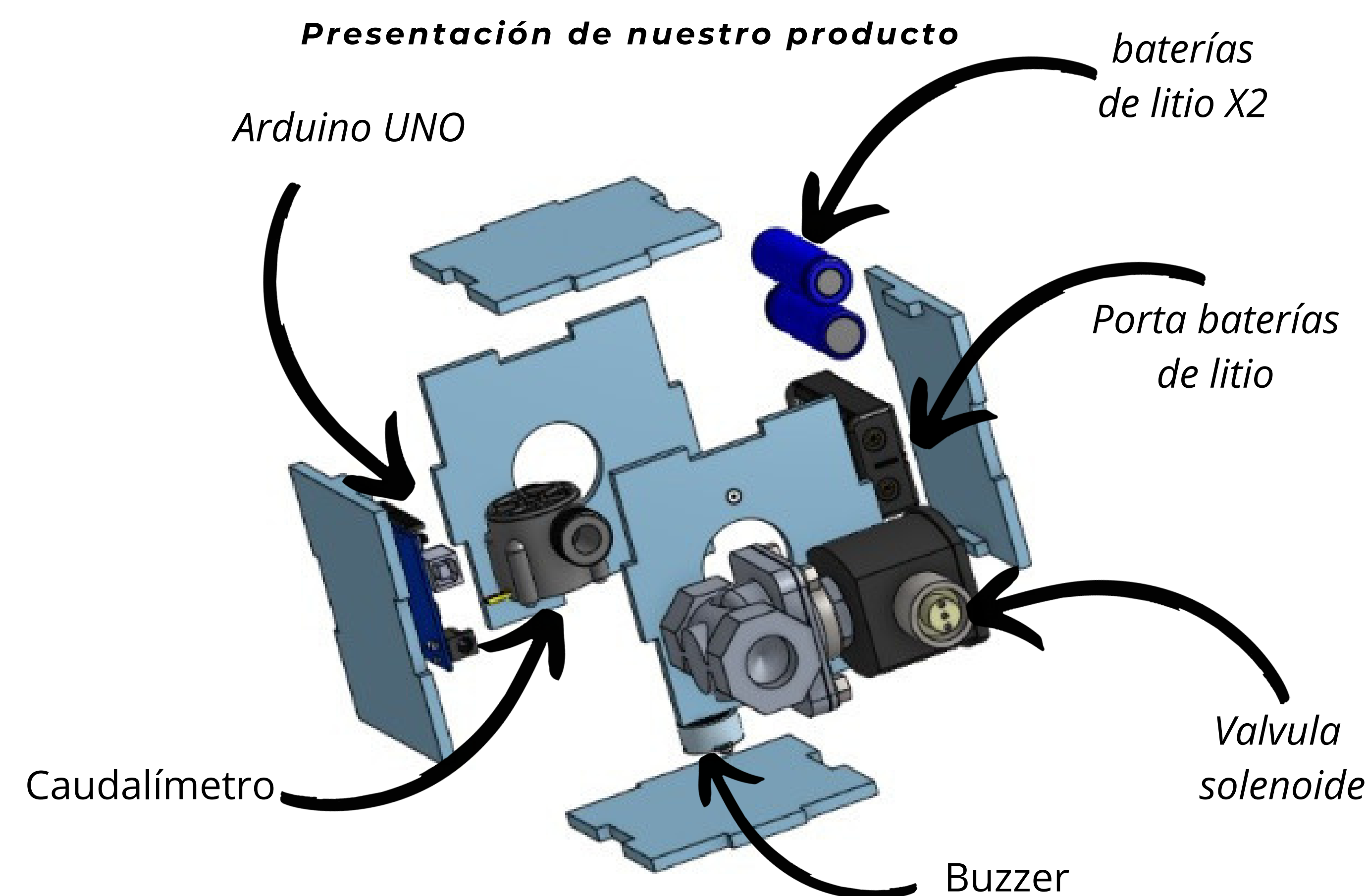
OBJETIVO

Diseñar un prototipo de baja fidelidad de un sistema de detección temprana y precisa de fugas en tuberías, utilizando sensores y Machine Learning. Nuestro objetivo es contribuir a la sostenibilidad del agua mediante la reducción del consumo de agua potable y los costos asociados a las fugas.

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO



DISEÑO



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de un arduo trabajo, el proyecto de detección de fugas en tuberías mediante sensores y Machine Learning ha sido completado con éxito, cumpliendo con los resultados esperados desde su inicio. El proceso de la creación hubo diferentes obstáculos. Sin embargo, la perseverancia y el trabajo en equipo del grupo de investigación permitieron superar estos obstáculos y alcanzar los objetivos planteados.

Sistema de detección de fugas basado en sensor de caudalímetro



Imagen 03: Proceso de experimentación 1 - Detector de fugas con el caudalímetro | Foto: Propia

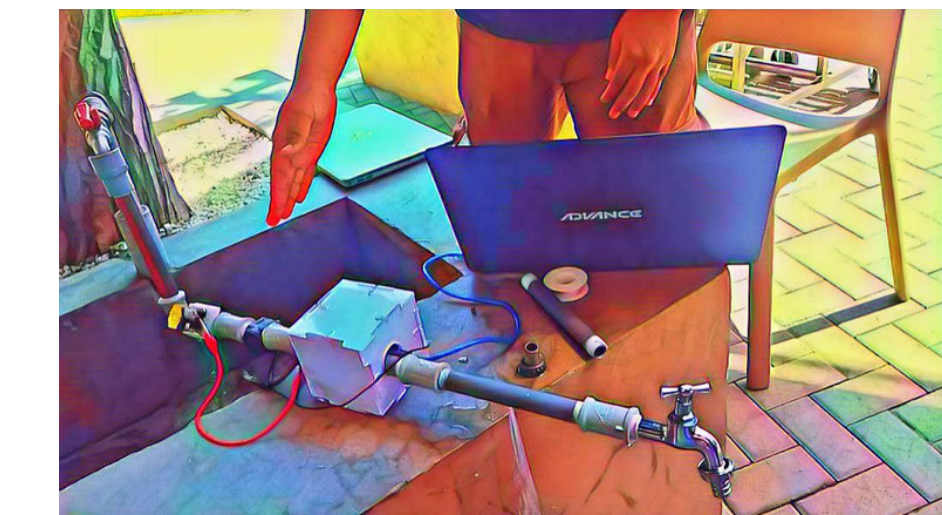


Imagen 04: Proceso de experimentación 2 - Detector de fugas con el caudalímetro | Foto: Propia

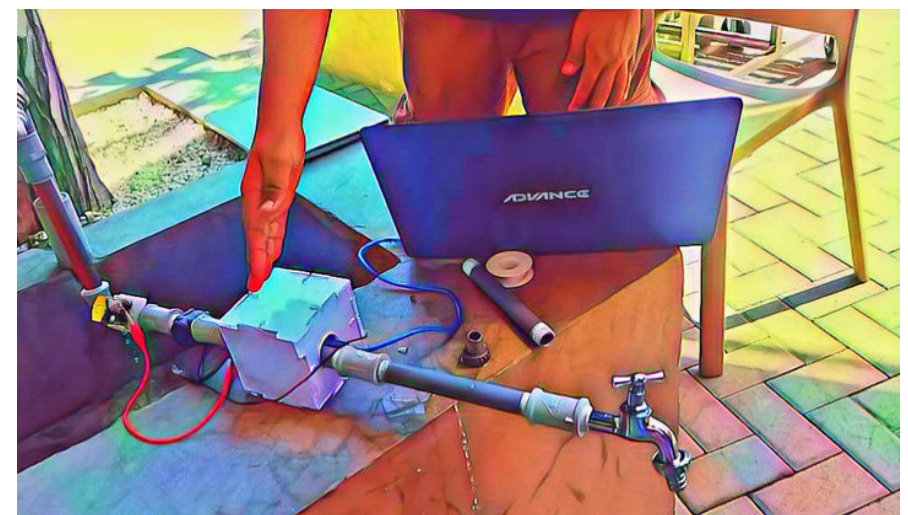


Imagen 05: Proceso de experimentación 3 - Detector de fugas con el caudalímetro | Foto: Propia

- | | | |
|---|---|--|
| 1. Tubería sin fuga: Flujo normal, sin alarmas. | 2. Tubería con fuga: Fuga simulada. | 3. Fuga detenida: Eficiencia del sistema. |
| <ul style="list-style-type: none">• Agua fluyendo: Circulación sin obstáculos ni fugas.• Silencio: Ausencia de sonidos anormales.• Confianza: Operación correcta del sistema. | <ul style="list-style-type: none">• Hueco: Simula una fuga real.• Alarma activada: Detección precisa de la fuga.• Alerta: Aviso para tomar medidas. | <ul style="list-style-type: none">• Cierre automático: Detención del flujo de agua.• Ahorro de agua: Prevención de desperdicio.• Solución efectiva: Protección contra daños. |

Sistema de detección de fugas basado la tarjeta portenta H7 y TinyML

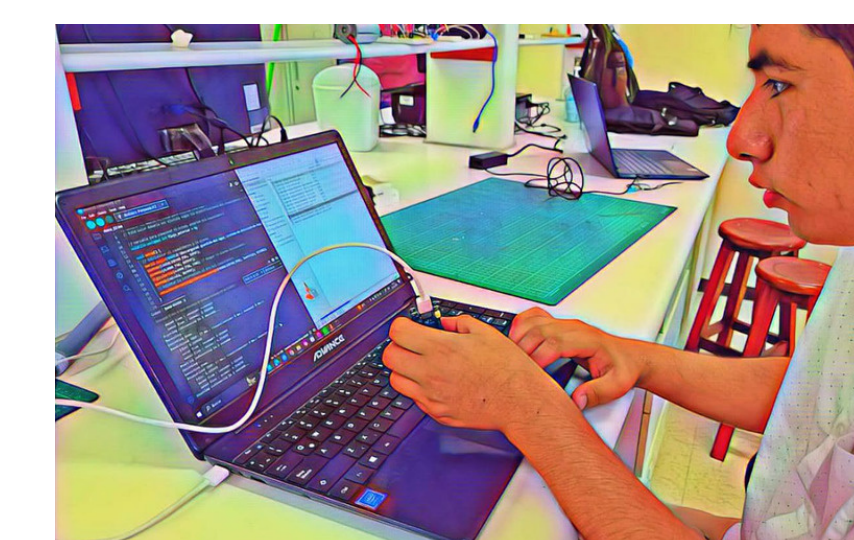


Imagen 06: Proceso de experimentación 1 - Detector de fugas inteligente | Foto: Propia

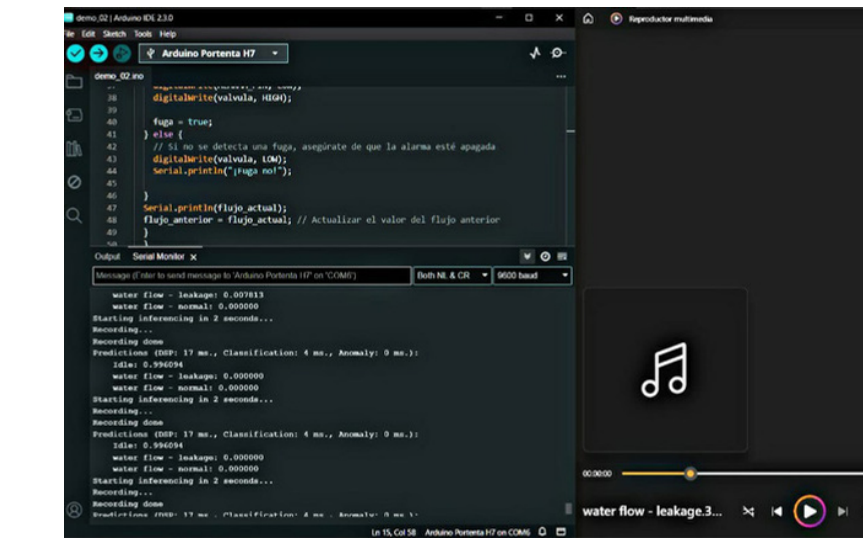


Imagen 07: Prueba del código y audio - Detector de fugas inteligente | Foto: Propia

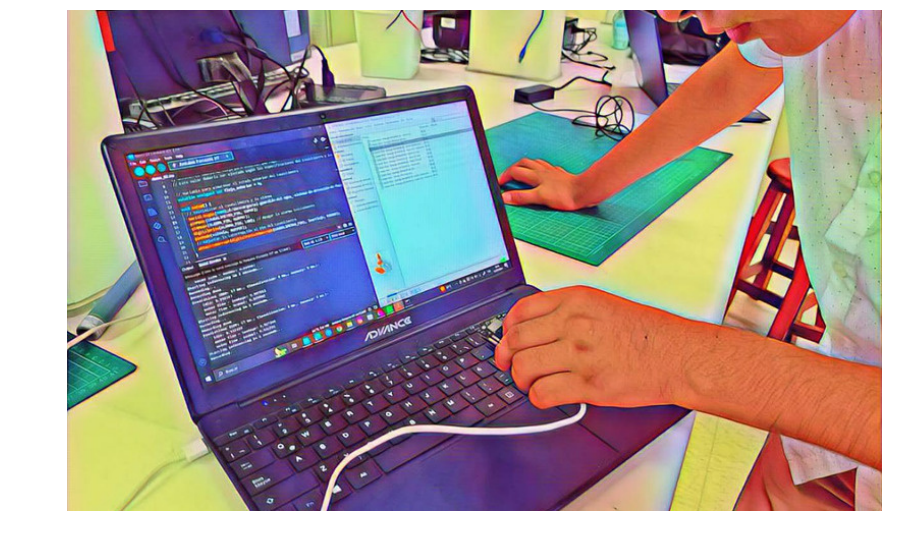


Imagen 08: Proceso de experimentación 2 - Detector de fugas inteligente | Foto: Propia

Las imágenes 6, 7 y 8 representan la comprobación del aprendizaje automático de TinyML

CONCLUSIÓN

A pesar de haber tenido pequeños inconvenientes en el ensamblado y la adaptación de funcionamiento del Arduino Portenta H7, juntamente con el Vision Shield, incluyendo a ello la vinculación y manejo de la plataforma de Edge Impulse y el entrenamiento del modelo para lograr una correcta lectura, se logró diseñar un prototipo funcional frente a la detección de fugas, el cual, si cuenta con su respectiva validación, que sería una opción posible para poder mitigar el desperdicio de agua que se provoca cuando se presenta una fuga en cualquier tubería. La capacidad de este prototipo para detectar fugas de manera temprana no solo puede ayudar a prevenir el desperdicio de agua y los costosos daños asociados, sino que también tiene el potencial de promover prácticas más sostenibles y conscientes del medio ambiente en el ahora y en un futuro.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que podemos brindarles de acuerdo a nuestra experiencia como equipo es realizar pruebas adicionales en una variedad de entornos y condiciones para asegurar la fiabilidad y precisión del sistema de detección de fugas en diferentes situaciones del mundo real y realizar una revisión detallada del proceso de entrenamiento del modelo para identificar posibles áreas de mejora en términos de precisión y eficiencia, y finalmente explorar técnicas de optimización para lograr una lectura más precisa y confiable.