

**INFORME**  
**Proyecto Final**

**Alerta Temprana De Inundaciones**

**Elaborado por:**

**Joseph Manuel Montenegro Rengifo.**

**CODIGO: 100619011084.**

**Juan Esteban Rodríguez Urreste.**

**CODIGO: 100619011078**

**Universidad del Cauca**  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Plataforma Ubicuas IoT**  
**Popayán, Cauca, Colombia**  
**26-06-2023**

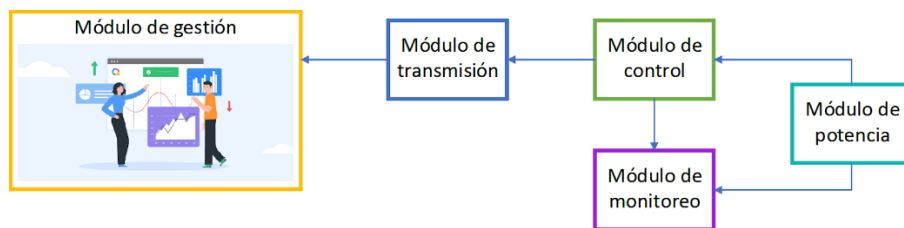
# Alerta Temprana De Inundaciones

**Resumen** El proyecto se enfoca en la implementación de un sistema de alerta temprana en el municipio de Popayán, que trabajará con la comunidad para reducir los daños causados por los desastres naturales y aumentar la capacidad de respuesta y recuperación de las comunidades afectadas.

**Planteamiento del problema** Se quiere desarrollar un sistema de alerta temprana para prevenir o minimizar los daños causados por desastres naturales, en particular inundaciones repentinas, en regiones de América Latina, como Colombia, que son propensas a eventos hidrometeorológicos extremos y donde a menudo falta la información oportuna y de calidad necesaria para evaluar las amenazas a las comunidades vulnerables.

## Diagrama General del proyecto

Para desarrollar el sistema de alertas tempranas propuesto, es necesario partir de una arquitectura general del sistema



Esto nos muestra un sistema compuesto por cinco módulos interconectados entre sí, los cuales deben garantizar una interoperabilidad para el correcto funcionamiento del sistema de alerta temprana.

## Nivel de IoT

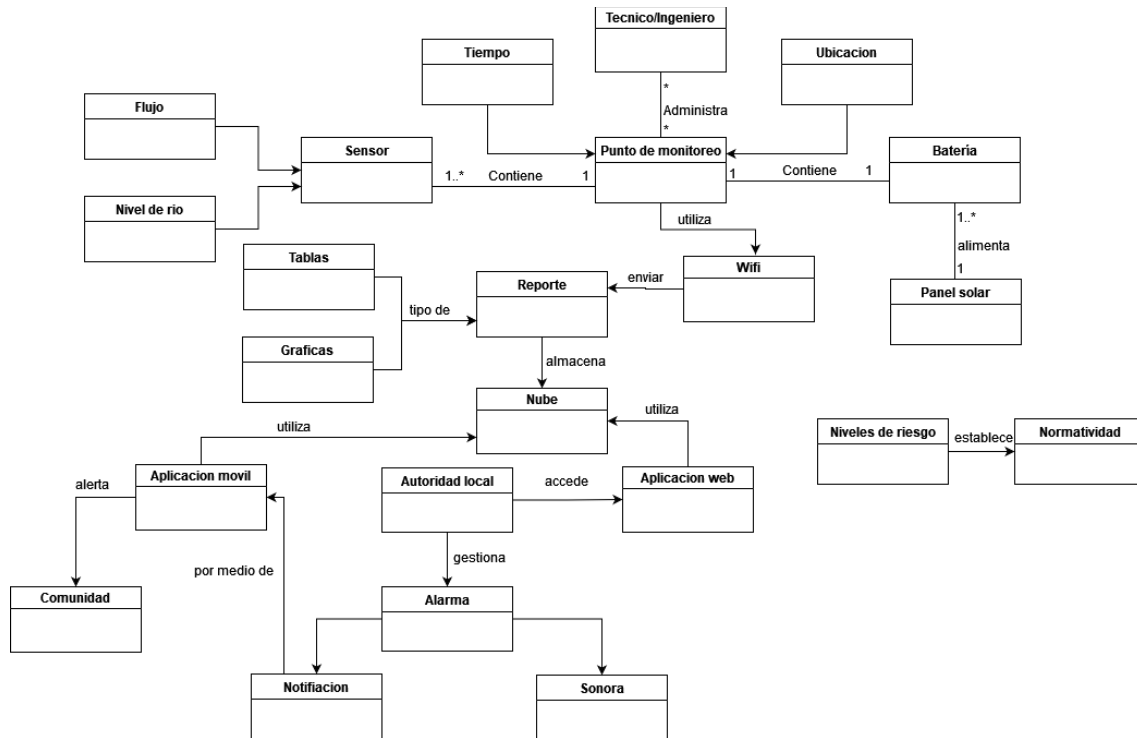
El nivel de IoT se ha definido para nuestro sistema es el 5, dado que tenemos múltiples nodos alrededor del río que se conectan a un nodo controlador que es el encargado de recopilar todos los datos y de enviarlos a la nube, en donde se realiza todo el procesamiento y análisis de los mismos.

funcionales

- Adquisición de datos:
- Grupo funcional de adquisición de datos: Sensores de flujo y nivel del río conectados al nodo (ESP32).
- Comunicación:  
Grupo funcional de comunicación: Módulo de comunicación (por ejemplo, Wi-Fi, Bluetooth) utilizado para enviar los datos del nodo central a la nube.
- Alimentación:  
Grupo funcional de alimentación: Baterías de litio (LiPo) y paneles solares utilizados para alimentar el nodo y asegurar su funcionamiento continuo.

- Almacenamiento de datos
- Procesamiento de datos
- Interfaces de usuario
- Generación de alertas
- Integración con sistemas de alerta y notificaciones

## Modelo de Dominio



## Casos de uso



<b>Caso de uso 1    Visualizar alertas</b>	
<b>Actor</b>	Comunidad
<b>Propósito</b>	Comunicar posibles inundaciones
<b>Resumen</b>	Si se presenta una emergencia, según lo establecido por las autoridades competentes, se notificará a la comunidad por medio de una aplicación móvil.
<b>Flujo principal</b>	
La aplicación móvil envía una notificación al usuario a través de su dispositivo móvil por medio de la aplicación. Si el usuario despliega la notificación, podrá obtener mayor información sobre la emergencia, así como recomendaciones para actuar en consecuencia.	
<b>Caso de uso 2    Reportar fallos</b>	
<b>Actor</b>	Comunidad
<b>Propósito</b>	Reportar fallos del sistema o de la aplicación
<b>Resumen</b>	La comunidad podrá informar a los administradores del sistema acerca de cualquier fallo en el funcionamiento de los componentes del sistema, como sensores, microcontrolador, baterías, o si la aplicación móvil está funcionando de manera incorrecta. Esto podrá realizarse a través de la aplicación móvil.
<b>Flujo principal</b>	
El usuario ingresa a la aplicación móvil, en ella selecciona el botón “reportes”, el cual despliega un formulario donde podrá comunicar su reporte a un administrador del sistema.	
<b>Caso de uso 3    Editar perfil</b>	
<b>Actor</b>	Comunidad, administrador
<b>Propósito</b>	Permite a los usuarios editar la información de su perfil en la aplicación móvil.
<b>Resumen</b>	La acción “Editar perfil” permite a los usuarios actualizar la información personal en su perfil de la aplicación móvil, tales como su nombre, contraseña o comunidad de pertenencia.
<b>Flujo principal</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión en la aplicación móvil.</li> <li>2. Desde el menú principal, el usuario selecciona la opción “Editar perfil”.</li> <li>3. La aplicación presenta un formulario con los detalles actuales del perfil.</li> <li>4. En la pantalla de editar perfil, realiza los cambios deseados.</li> <li>5. Selecciona la opción "Guardar cambios".</li> <li>6. El sistema valida los cambios y actualiza la información del perfil en la base de datos.</li> <li>7. La aplicación muestra un mensaje de confirmación al usuario.</li> </ol>	

**Caso de uso 4 Envío de datos**

<b>Actor</b>	Prototipo
<b>Propósito</b>	Facilitar el acceso a los datos recolectados por los sensores haciendo uso de una aplicación.
<b>Resumen</b>	El sistema realiza la lectura de los datos obtenidos por los sensores del río y los envía a la base de datos. Estos son utilizados por las autoridades para monitorear el estado del río y tomar decisiones referentes a las alertas enviadas a la comunidad.

**Flujo principal**

1. El sistema lee los datos de los sensores instalados en diferentes puntos del río.
2. Los datos son procesados y validados en el prototipo.
3. El sistema envía los datos validados a la base de datos por medio de la antena.
4. Las autoridades pueden acceder a los datos en la base de datos por medio de la aplicación.

**Caso de uso 5 Gestión de alarmas**

<b>Actor</b>	Prototipo, administrador
<b>Propósito</b>	Activar o desactivar las alarmas de inundaciones.
<b>Resumen</b>	Permite a los administradores, con la debida autoridad, activar o desactivar las alarmas de inundaciones.

**Flujo principal**

1. El administrador inicia sesión en la aplicación móvil o en la plataforma web.
2. Desde el menú principal, el administrador selecciona la opción "Gestionar alarmas".
3. El sistema presenta dos botones, uno para activar y otro para desactivar las alarmas.
4. El administrador selecciona el botón correspondiente para activar o desactivar las alarmas.
5. El sistema valida la acción y actualiza el estado de las alarmas en la base de datos.
6. El sistema envía un mensaje de texto a los contactos registrados en el sistema para informarles sobre el nivel de alarma activado.
7. El sistema muestra una notificación en la aplicación móvil o en la plataforma.

**Caso de uso 6 Gestión de alarmas**

<b>Actor</b>	Prototipo, administrador
<b>Propósito</b>	Activar o desactivar las alarmas de inundaciones.
<b>Resumen</b>	Permite a los administradores, con la debida autoridad, activar o desactivar las alarmas de inundaciones.

**Flujo principal**

1. El administrador inicia sesión en la aplicación móvil o en la plataforma web.
2. Desde el menú principal, el administrador selecciona la opción "Gestionar alarmas".
3. El sistema presenta dos botones, uno para activar y otro para desactivar las alarmas.
4. El administrador selecciona el botón correspondiente para activar o desactivar las alarmas.
5. El sistema valida la acción y actualiza el estado de las alarmas en la base de datos.
6. El sistema envía un mensaje de texto a los contactos registrados en el sistema para informarles sobre el nivel de alarma activado.
7. El sistema muestra una notificación en la aplicación móvil o en la plataforma.

**Caso de uso 7    Gestión de alertas**

<b>Actor</b>	Administrador
<b>Propósito</b>	Permitir a los administradores enviar información a los usuarios referente al nivel de alerta actual en que se encuentra el río.
<b>Resumen</b>	Los administradores acceden a la página web y verifican los datos recibidos del prototipo a lo largo del tiempo. Basados en estos datos, las autoridades pueden seleccionar un nivel de alerta (amarillo, naranja o rojo) y enviar esta información a los usuarios de la comunidad.

**Flujo principal**

1. El administrador inicia sesión en la aplicación móvil o en la plataforma web.
2. Los administradores verifican los datos recibidos del prototipo, incluyendo el nivel actual del río y los niveles históricos.
3. Desde el menú principal, el administrador seleccionan la opción "Administrar Alertas".
4. Los administradores pueden seleccionar un nivel de alerta (amarillo, naranja o rojo).
5. Las autoridades pueden guardar los cambios y actualizar la base de datos para reflejar la nueva configuración.
6. Si los datos del sistema indican que se ha alcanzado un nivel de alerta, se notificará a las autoridades por medio de una alerta visual en la aplicación y una alerta sonora dependiendo del nivel de alerta.

**Caso de uso 8    Comunicar anomalías**

<b>Actor</b>	Comunidad
<b>Propósito</b>	Permitir a la comunidad informar sobre posibles anomalías o eventos que puedan afectar el río, para que las autoridades puedan tomar medidas preventivas.
<b>Resumen</b>	Permite a la comunidad informar a las autoridades sobre cualquier evento o anomalía que puedan observar en el río, y que el sistema no esté monitoreando. La información proporcionada por la comunidad puede ser útil para prevenir eventos más grandes o para mejorar la calidad de los datos que se utilizan para la toma de decisiones.

**Flujo principal**

1. El usuario de la comunidad abre la aplicación móvil.
2. El usuario encuentra la sección "comunicar anomalías" y la selecciona.
3. La aplicación muestra un formulario en el que el usuario puede describir la anomalía, agregar imágenes y proporcionar cualquier otra información relevante.
4. Una vez que se completa el formulario, el usuario envía la información.
5. Las autoridades reciben la notificación y la revisan para determinar si se necesita tomar alguna medida o si es necesario actualizar los parámetros del sistema de monitoreo.
6. En caso de que se requiera una acción, las autoridades toman las medidas necesarias y notifican a la comunidad sobre cualquier actualización o cambio en el sistema de monitoreo.

**Caso de uso 9    Registrar usuarios**

<b>Actor</b>	Administradores
<b>Propósito</b>	Permitir a los administradores de la aplicación web y móvil agregar nuevos usuarios al sistema, para que puedan acceder a las funcionalidades de la plataforma.
<b>Resumen</b>	Los administradores pueden acceder a la funcionalidad de "Registrar Usuarios" a través de la página web de administración de la aplicación. Al seleccionar esta opción, se les pedirá que ingresen la información del nuevo usuario, como su nombre completo, correo electrónico, contraseña y tipo de usuario (autoridad, técnico, comunidad, etc.), tras lo cual el nuevo usuario podrá ser agregado al sistema para acceder a la aplicación web o móvil.

**Flujo principal**

1. El administrador accede a la página de administración de la aplicación.
2. Selecciona la opción "Registrar Usuarios".
3. Ingresar la información del nuevo usuario, como su nombre completo, correo electrónico, contraseña y tipo de usuario.
4. Verifica que la información ingresada cumple con los requisitos establecidos.
5. Agrega al nuevo usuario al sistema.
6. El nuevo usuario recibirá un correo electrónico de bienvenida con las instrucciones para acceder a la aplicación web o móvil.

**Caso de uso 10    Mantener el sistema**

<b>Actor</b>	Técnico
<b>Propósito</b>	Mantener en óptimas condiciones el sistema.
<b>Resumen</b>	Este caso de uso describe las actividades que realiza el técnico para mantener el sistema en óptimas condiciones, tanto a nivel hardware como software.

**Flujo principal**

1. El técnico revisa el estado del hardware del sistema, como los sensores, las conexiones y la energía.
2. El técnico verifica el estado de los componentes del software del sistema, como la base de datos, la aplicación móvil y la página web.
3. El técnico realiza actualizaciones y correcciones de errores en el software del sistema según sea necesario.
4. El técnico reemplaza cualquier componente de hardware defectuoso si es necesario.
5. El técnico registra todas las actividades realizadas en un informe de mantenimiento.



**Caso de uso 11    Instalar sensores**

<b>Actor</b>	Técnico
<b>Propósito</b>	Garantizar la precisión y eficacia del sistema de monitoreo de inundaciones para prevenir posibles desastres.
<b>Resumen</b>	Los técnicos deben identificar la ubicación adecuada para instalar los sensores, seleccionar los sensores adecuados, montarlos en el prototipo físico, conectarlos y configurarlos, calibrarlos, verificar su funcionamiento y documentar el proceso.

**Flujo principal**

1. Los técnicos identifican el área de instalación adecuada para los sensores.
2. Los técnicos seleccionan los sensores adecuados para la tarea.
3. Los técnicos montan los sensores en el prototipo físico que está en el río.
4. Los técnicos conectan y configuran los sensores para que se comuniquen con el sistema central de monitoreo.
5. Los técnicos calibran los sensores para asegurarse de que las mediciones sean precisas y confiables.
6. Los técnicos verifican el funcionamiento de los sensores.
7. Los técnicos documentan el proceso de instalación y generan informes de seguimiento para informar a los gerentes de proyecto y otros interesados sobre el progreso del proyecto.

**Caso de uso 12    Iniciar sesión**

<b>Actor</b>	Autoridades, comunidad
<b>Propósito</b>	Proporcionar acceso seguro y controlado a la aplicación a través de la autenticación de los usuarios.
<b>Resumen</b>	Proporcionar credenciales (nombre de usuario y contraseña) para autenticarse y acceder a las funcionalidades de la aplicación disponibles para su rol y permisos.

**Flujo principal**

1. El usuario abre la aplicación web o la aplicación móvil.
2. El usuario selecciona la opción "Iniciar sesión".
3. La aplicación muestra una pantalla de inicio de sesión que solicita al usuario ingresar su nombre de usuario y contraseña.
4. El usuario ingresa sus credenciales y hace clic en el botón "Iniciar sesión".
5. La aplicación verifica las credenciales ingresadas para otorgar el acceso.
6. Si las credenciales son correctas, la aplicación redirige al usuario a la página de inicio de la aplicación. Si las credenciales son incorrectas, la aplicación muestra un mensaje de error.
7. Una vez autenticado, el usuario puede acceder a todas las funcionalidades de la aplicación que están disponibles para su rol

## Descripción del Hardware

### Escalabilidad al proyecto real



**LoRaWAN:** Como tecnología de transmisión inalámbrica de largo alcance diseñada para conectar dispositivos IoT. Se escoge principalmente por tener precedentes en proyectos similares.

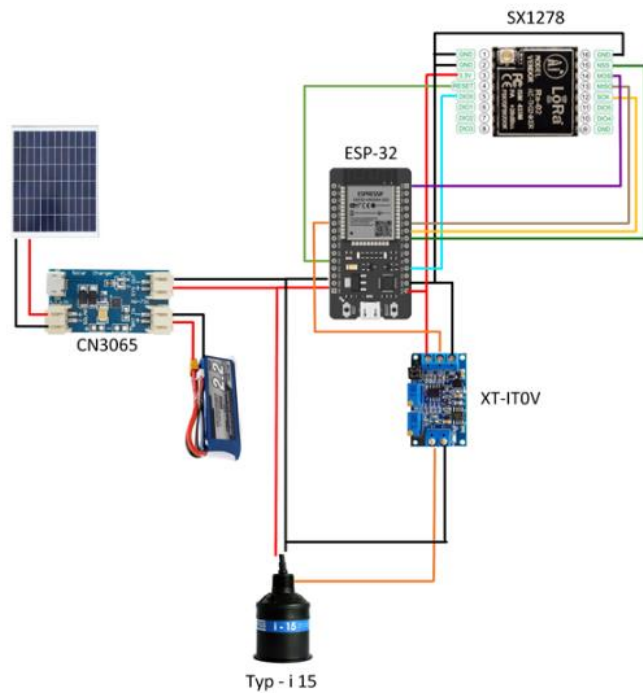
**ESP32:** Al tener una alta capacidad de procesamiento, y tener nativos componentes IoT (comunicación Wi-Fi y Bluetooth) presenta mejores prestaciones para el proyecto planteado.

**Sensor de nivel de agua y flujo ultrasónicos:** Se escogen sensores ultrasónicos para evitar el contacto directo con el río, el cual puede alterar el valor de las mediciones. Adicionalmente, evitar cualquier parte mecánica que pueda verse comprometida debido al constante esfuerzo que presenta realizar las mediciones en un río.

**Paneles solares policristalinos:** Debido a su capacidad energética, ideal para proyectos de escala mediana.

**Baterías LIPO:** Debido a su alta densidad de energía y reducido tamaño.

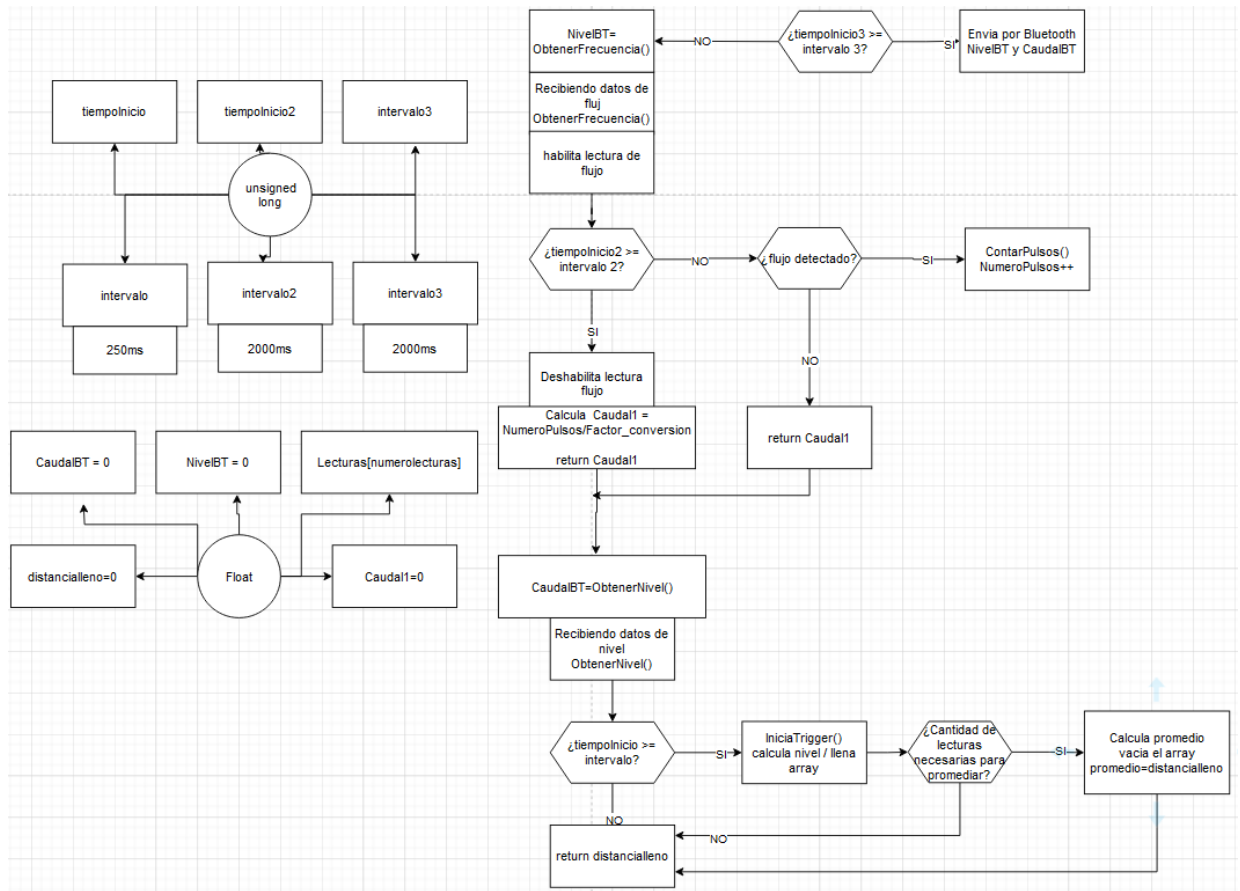
**Módulo de carga - CN3791:** Aunque puede cambiar, se escoge debido a que presenta una capacidad de cargar baterías de mayor voltaje y posee protecciones contra sobre- carga, sobre descarga, cortocircuitos y polaridad inversa, evitando comprometer la batería.



Dispositivo	Cantidad [Und.]	Precio
Panel solar (5 W - 12 V)	1	46.900
CN3065	1	18.990
Batería LIPO (11 V - 2200 mAh)	1	137.000
Sensor Typ-i15 (Nivel)	1	1000 USD
Sensor Hach U53 (Caudal)	1	1000 USD
XY-IT0V	2	13.000
ESP32	1	32.999
SX1278	1	46.00
TOTAL		307.889 COP



## Diagrama de flujo



## Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto las herramientas que se están usando son:

Arduino: Funcionamiento simultaneo, calibración de sensores y envío de datos por medio de bluetooth



Repositorio en github. Manejo de versiones de código fuente.  
<https://github.com/EstebanRu/floodearlywarningsystem.git>



## Librerías software

### Interfaz gráfica de usuario (GUI)

LIBRERÍA	FUNCIONES	DESCRIPCIÓN	ESTADO
BluetoothSerial	SerialBT.print()	Envio cadena texto hacia la aplicación móvil	Implementado Probado Habilitado
	serialBT.bigin()	Inicio el envío a la aplicación móvil por medio de bluetooth	
Serial	Serial.begin(long);	inicializo con velocidad de transmisión de 9600 bps	Implementado Probado Habilitado
	Serial.println (const char *);	Envia datos al serial, depuración del código.	

### Sensores

Librería	Funciones	Descripción	Estado
NewPing	iniciarTrigger()	Calcula distancia dependiendo parámetros conocidos	Implementado Probado Habilitado
	obtenerNivel()	Calcula una media de la distancia recibida, para tener información mas confiable	
PulseSensor Playgroun	ContarPulsos()	Al ocurrir la interrupción al pasar flujo por el sensor, cuenta cantidad de pulsos	Implementado Probado Habilitado
	ObtenerFrecuencia()	Dependiendo la frecuencia obtenida, realiza cálculos para obtener el caudal en L/m	

# Alarmas

## Tipos de alerta

Alerta Roja: Esto significa que las autoridades locales o nacionales han emitido una advertencia de peligro inminente debido a las inundaciones que podrían ser catastróficas. Las personas que se encuentran en las áreas afectadas por la alerta roja deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger su seguridad y bienestar, incluyendo la evacuación inmediata de la zona si es necesario.

Alerta Naranja: Esto significa que las autoridades locales o nacionales han emitido una advertencia de peligro debido a las inundaciones que podrían causar daños significativos a la propiedad y causar interrupciones en los servicios públicos, como el suministro de y energía eléctrica. Las personas que se encuentran en las áreas afectadas por la alerta naranja deben estar alerta y preparadas para tomar medidas preventivas, como asegurar sus propiedades, planificar una ruta.

Alerta Amarilla: Esto significa que las autoridades han emitido una advertencia para informar a la población sobre la posibilidad de inundaciones, pero no se espera que sean tan graves como en una alerta roja u naranja. Las personas que se encuentran en las áreas afectadas por la alerta amarilla deben estar atentas a los cambios en las condiciones meteorológicas y del agua, y tomar medidas preventivas para proteger sus propiedades y estar preparados en caso de una posible evacuación. Es importante seguir las recomendaciones de las autoridades locales para mantenerse seguro durante una alerta amarilla.

Alerta verde: Esto significa que aunque las condiciones climáticas pueden variar, no se esperan inundaciones importantes en la zona. Sin embargo, es importante que las personas se mantengan informadas sobre el clima y las condiciones del agua, ya que las condiciones pueden cambiar rápidamente. A pesar de que el riesgo es bajo, siempre se recomienda tomar medidas preventivas para proteger las propiedades y estar preparados para cualquier emergencia que pueda surgir.

## Proceso de pruebas

### Test Backlog

#	PRUEBA	DESCRIPCIÓN	PASÓ PRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIONES
1	Probar el funcionamiento del sensor HC-SR04 y calibrarlo	Medir el punto mas bajo, el punto mas alto y el punto medio, verificar con el sensor	SI	Pequeñas variaciones de 0.1 cm
2	Probar el funcionamiento del sensor YF-S201	Soplar por un intervalo de tiempo de 2 segundo	Si	

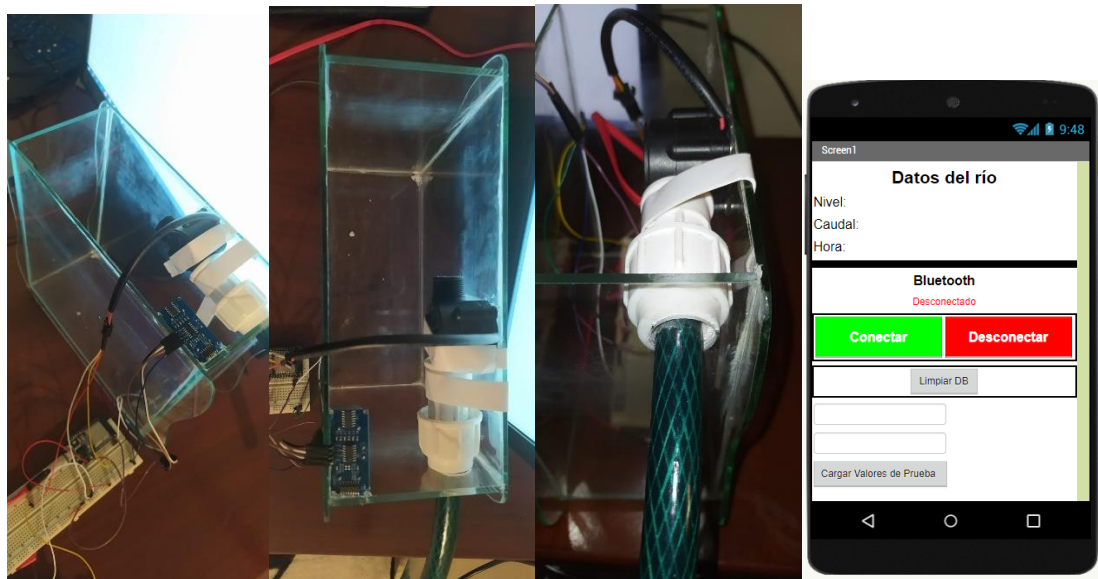
3	Calibrar sensor YF-S201	Pasar a través de el sensor un litro de agua en un minuto	sí	Calibramos con respecto a varias pruebas
4	Probar uso simultaneo de sensor HC-SR04(nivel) y sensor YF-S201(caudal)	Hacer uso de los sensores a la vez, corroborar por medio de monitor serial	No	El uso de “delay” detiene la ejecución del código por el tiempo definido
5	Probar uso de millis() para que envíe datos de nivel y caudal de manera simultanea	Hacer uso de los sensores a la vez, corroborar por medio de monitor serial	Si	Delay en orden de los microsegundos
6	Comprobar envío de datos a la aplicación por medio de bluetooth	Enviar datos aleatorios, comprobar en interfaz de la aplicación	Si	
7	Comprobar funcionamiento simultaneo de los sensores mientras envían información a la aplicación por medio de bluetooth	Hacer uso de los sensores de nivel y flujo de manera simultánea mientras se verifican los datos enviados por medio de la aplicación	Si	Cuando la configuración está por debajo del límite bajo siempre muestra el número 4
8	Comprobar alimentación del prototipo por medio de la batería de litio	Conectar la batería con esp32 verificar funcionamiento	No	Batería descargada
9	Comprobamos carga de batería y alimentación de esp32 por medio de panel solar	Conectar panel a el CN3036 batería al puerto de carga/alimentación de CN3036 conectar puerto de salida del CN3036 al pin VIN y GND de la tarjeta esp	Sí	No es buena idea cortar de manera simultanea los cables de power y Gnd de una batería.
10	Comprobar vida útil utilizando batería	Se carga la batería completamente y se conecta al prototipo y se toma el tiempo hasta que deje de enviar datos a la aplicación	sí	Autonomía de 2 horas aproximadamente, el constante envío de datos consume mas de lo necesario.
11	Comprobar vida útil utilizando batería y haciendo uso del panel solar	Se carga la batería completamente y se conecta con el modulo CN3036 que está conectado al panel	sí	La autonomía paso de las 3 horas, fue un día bastante soleado, por temas de tiempo no obtuvimos el tiempo



		solar, se conecta al prototipo y se toma el tiempo hasta que deje de enviar datos a la aplicación		que demoraba en fallar.
12	optimización energética	Probar poner en estado de sueño esp32 para optimización energética	No	

**Pruebas por subidas por versiones en link de GitHub**

## Montaje prototipo



## Problemas presentados

Al realizar el envío de información por medio de bluetooth hacia la aplicación se observaban datos aleatorios, datos que no tenían mucho sentido, revisando el código se logró observar que eran 2 variables que tenían que haberse definido como variables globales y haberles dado un valor inicial en este caso 0.

Poner al ESP32 en estado de sueño correctamente requiere una configuración adecuada y un manejo cuidadoso de interrupciones y temporizadores. Presentamos varios desafíos al despertar el dispositivo de manera oportuna y garantizar que todas las funcionalidades necesarias se reactiven correctamente por lo cual por temas de tiempo no de implementó.

Durante mi proyecto de trabajar con sensores ESP32 y la conexión a una aplicación para enviar datos por Internet hacia una base de datos, me encontré con un desafío relacionado con problemas de compatibilidad de datos. Resulta que la aplicación y la base de datos utilizaban formatos de datos diferentes y tenían estructuras de base de datos inconsistentes.

Esto generó dificultades al enviar y recibir los datos correctamente. Mis intentos iniciales de enviar los datos desde la ESP32 a la aplicación resultaron en errores en la interpretación de los datos y dificultades para integrarlos con otras aplicaciones y sistemas.

Para solucionar este problema, tuve que realizar modificaciones tanto en el lado de la ESP32 como en la aplicación y la base de datos. Tuve que asegurarme de que los formatos de datos estuvieran alineados y que la estructura de la base de datos coincidiera con los datos enviados desde la ESP32.

Además, tuve que implementar un proceso de transformación de datos para adaptarlos al formato requerido por la base de datos y la aplicación. Esto implicó ajustar los tipos de datos, los nombres de los campos y la estructura de los mensajes enviado

Fue un proceso de prueba y error, en el que realicé varias iteraciones y pruebas para garantizar que los datos se enviaran y almacenaran correctamente. Aprendí la importancia de tener una buena comprensión de los requisitos de datos de la aplicación y la base de datos desde el principio, para evitar problemas de compatibilidad más adelante.

## ¿Qué aprendieron?

Al explorar cómo poner en estado de sueño al ESP32, se logró optimizar el consumo de energía del dispositivo. El ESP32 tiene varios modos de sueño que te permiten reducir el consumo de energía mientras mantienes algunas funcionalidades activas. Se puede configurar el ESP32 para entrar en modos de bajo consumo y despertarlo mediante interrupciones o temporizadores.

trabajar con sensores ESP32 y la conexión a una aplicación para enviar datos por Internet hacia una base de datos permite una recopilación de datos eficiente y una toma de decisiones informada basada en el análisis de los datos recopilados. Esto abre un mundo de posibilidades para aplicaciones de monitoreo, automatización y control en diversos campos, como el IoT, la domótica, la agricultura, entre otros

**Link GitHub:** <https://github.com/EstebanRu/floodearlywarningsystem.git>