

Sistema de Alertas Tempranas de Bajo Coste con Análisis de Datos en la Nube

Carlos Hernán Bermúdez-Betancur
Email: chbermudezb@unadvirtual.edu.co

Resumen – El Sistema de Alertas Tempranas de Bajo Coste con Análisis de Datos en la Nube es un proyecto el cual usa tecnología IoT de bajo coste y fácil acceso el cual se busca prevenir y mitigar el impacto negativo que dejan las inundaciones por desbordamiento de los ríos por falta de sistemas eficaces de monitoreo autónomos, además de la posibilidad de análisis de la información recolectada buscando con ello un modelo predictivo para prevenir futuros eventos, además por ser económico actualmente se está realizando el primer prototipo para la realización de pruebas.

Palabras clave - Alertas Tempranas, Computación en la Nube, IoT.

Abstract - The Low Cost Early Warning System in IoT with Data Analysis in the Cloud is a project which uses low cost and easy access IoT technology which seeks to prevent and mitigate the negative impact left by floods due to overflowing of rivers for lack of effective autonomous monitoring systems, in addition to the possibility of analysis of the information collected thereby seeking a predictive model to prevent future events, in addition to being economical, the first prototype is currently being made for testing.

Keywords - Early Warning, Cloud Computing, IoT.

I. INTRODUCCIÓN

Cada vez es más frecuente ver o escuchar noticias sobre catástrofes naturales, según información de un reporte de la UNDDR desde 1.990 han sucedido más de 10.700 desastres en el mundo afectando a más de 6 billones de personas, siendo las inundaciones y las tormentas el 42% de los casos y el 50% de las personas afectadas [1]

En el caso de Colombia, se encuentra ubicada en un lugar tropical, debido a su textura geográfica y su variedad climática permite que el clima sea en muchos casos impredecible, además nuestra naturaleza cada vez se encuentra más deteriorada por nuestros actos, esto hace que sucedan de manera imprevista y sea más frecuentes las inundaciones, sumado a esto la falta de prevención por parte de los gobiernos por no invertir en herramientas que ayuden a mitigar este tipo de sucesos y una inadecuada planeación incrementa más el riesgo, concentrándose especialmente en las regiones pobladas cercanas a los ríos [2] dejando a su paso pérdidas humanas, sociales, materiales y económicas, además entre el 16 de marzo y el 16 de mayo del 2022 ya se han presentado 639 eventos afectando a 324 municipios de 26 departamentos siendo el Eje Cafetero uno de los más afectados en este tipo de situaciones de emergencia en donde han afectado a más de 20.390 familias con más de 50 víctimas mortales, 50 heridos y 9 desaparecidos [3] en el cual el municipio de La Virginia Risaralda está en constante riesgo por colindar por dos ríos.

En la actualidad la mayoría de los lugares poblados en Colombia realizan la medición del caudal del río de manera visual y manual por medio de medidores instalados a borde de

rio, se debe realizar un desplazamiento por parte de los entes que vigilan para su lectura, por este motivo los datos obtenidos pueden ser imprecisos o no realizarse de manera recurrente, así mismo se puede incurrir en errores que pueden traer riesgos catastróficos para las comunidades.



Figura 1. Toma del caudal del Río Cauca en donde el 15 de Marzo de 2023 marcó 5.44 metros siendo 5.51 metros el inicio de alerta roja. Tomado de Informativo La Virginia.

Según información obtenida por parte del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de La Virginia actualmente la medición de ambos ríos se toma manualmente de manera visual a través de una serie de regletas instaladas para el caso del río Cauca en los puentes Bernardo Arango y Jaramillo Ochoa y para el caso del río Risaralda en el Puente Negro, en donde dependiendo del estado del tiempo se toma la muestra con una frecuencia entre 12 horas hasta 30 minutos, siendo entre 3.50 metros y 4.50 metros alerta amarilla, 4.51 metros a 5.50 metros alerta naranja y superior a 5.51 metros alerta roja, lo cual indica que en caso de un evento fortuito como una subida súbita del afluente no existan medidas preventivas efectivas para mitigar un desastre.



Figura 2. Inundación en uno de los barrios de La Virginia el 16 de marzo de 2023. Tomado de El Diario del Otún.

En cuanto al dispositivo electrónico, éste será de fácil desarrollo debido a los grandes avances en la tecnología y al comercio global, se pueden conseguir en la mayoría de lugares donde se comercie con electrónica a muy bajo costo, además el diagrama de diseño de la parte electrónica, los componentes necesarios para su fabricación como el código fuente del microcontrolador estarán a la disposición de las comunidades de manera abierta a través de repositorios como GitHub esto genera un gran sentido de pertenencia ya que serán las comunidades las encargadas de implementar y velar por su cuidado, para el caso de las administraciones locales, gobernaciones y entes del orden nacional como la UNGRD podrán contar con un dispositivo de bajo costo con todas las funcionalidades necesarias para la adquisición y transmisión de datos, listo para ser instalado en los ríos que exista potencial de riesgo para futuras inundaciones.

El sistema de monitoreo permitirá que se tomen la lectura de los afluentes de manera precisa y confiable, con una frecuencia fija permitiendo con ello la integridad de la información, además como la información se está obteniendo al instante se pueda tomar decisiones en caso de existir un riesgo inminente debido al aumento del caudal.

Todas las comunidades que se verán beneficiadas por la debida notificación de un cambio en los afluentes y que esté colocando en riesgo sea mental, físico o económico a las personas aledañas, sobre todo donde exista riesgo moderado o alto de inundación, también serán las administraciones locales, gobernaciones y entes del orden nacional encargados de prevenir este tipo de situaciones a través de alertas tempranas logrando así un impacto positivo a esta problemática.

Este sistema tendrá la posibilidad de crecer en ambos sentidos, de manera vertical con la posibilidad de mejorar su hardware o instalar nuevos sensores en caso de que se llegué a requerir para otras mediciones que permitan mejorar la información de manera sencilla y económica y a nivel horizontal con la posibilidad de instalar la cantidad necesaria de dispositivos sin que ello requiera cambios especiales en la plataforma.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el proyecto de sistema de alertas tempranas de bajo coste en IoT con análisis de datos en la nube se busca conocer en tiempo real el comportamiento de los ríos y de las lluvias en diferentes tramos de los ríos Cauca y Risaralda a través de dispositivos IoT.

Lo primero que se debe realizar es estudiar los sitios en dónde se instalarán los módulos de tal manera que queden seguros, que se eviten actos vandálicos y que su medición no se vea afectada por agentes externos para lo cual se tiene como sitios potenciales los cuales pueden ser puentes peatonales, puentes vehiculares, puentes metálicos que transportan tuberías.

El prototipo encargado de realizar la medición y monitoreo del nivel del río contará con un microcontrolador ATmega328P [4] montada en una placa Arduino Pro-Mini con

un oscilador a 8Mhz será el encargado de controlar todo los componentes, un módulo para la transmisión de datos a través de redes móviles SIM800L [5] que permite la transmisión de datos a la nube a través de un enlace GPRS, una simcard del operador móvil Movistar en Colombia que permita el uso de datos por demanda con el fin de no generar cargos fijos y que su consumo sea sólo si hay flujo de datos, un sensor de ultrasonido resistente al agua AJ-SR04M [6] encargado de la medición del caudal del río, un panel solar de 5 voltios a 300mA, una batería de iones de litio de 8800mAh a 4.2 voltios, un cargador de baterías Li-Ion con protección de carga TP4056 [7], éstos últimos permitirán la carga, administración y suministro de energía de los componentes electrónicos. Este módulo estará dentro de una caja a prueba de lluvia, cuyo sensor estaría con dirección al río y el panel solar con vistas a cielo abierto.

El microcontrolador estará programado para que cada cierto tiempo haga la lectura del nivel del río y a través del módulo de transmisión se conecte a la red móvil envíe la trama de datos a un servidor en la nube y luego entre en modo suspensión, esta transmisión se debe realizar de manera periódica, con el fin de conocer además el estado de los módulos ya que en caso de no tener recepción de datos es porque ocurrió algún evento como pérdida autonomía de la batería, fallo en la red móvil o daño en alguno de sus componentes que impidan la transmisión, en caso tal se almacenará los valores medidos en la memoria del microcontrolador hasta que éstos puedan ser transmitidos; estos módulos tendrán autonomía en cuanto a la administración de sus propios recursos y no dependerá de otros para su funcionamiento, en caso de que se requiera algún ajuste en cuanto a la frecuencia o modo de transmisión se podrá realizar a través de comandos desde el centro de mando que dispongan los entes gubernamentales.

Del lado del servicio en la nube encargado de recolectar y analizar la información operará a través de un centro de datos como Google Cloud Platform (GCP) a través del servicio Compute Engine, este cuenta con un SLA superior del 99.99% [8], allí se desarrollará tanto la parte encargada de la recolección, almacenamiento y muestra de los datos recolectados, en la parte de recolección se realizará a través de una API/REST a través del protocolo HTTPS garantizando así la integridad de los datos, al momento de recibir el flujo de datos de la estación enviará información concerniente a algún comando que requiera realizarse en el mismo como por ejemplo el cambio de frecuencia de envío de datos, el almacenamiento de los datos recolectados se realizará a través de un sistema gestor de bases de datos, específicamente en MySQL y para la muestra se contará con un portal en el cual cualquier persona (previo registro y validación de datos) podrá ver la información recolectada a través de diferentes interfaces, pudiendo filtrar y descargar la data, además de tener la posibilidad de crear sus propias alertas informando su lugar de residencia y en caso de algún evento se envíe una notificación sea mediante mensaje de texto, un mensaje vía WhatsApp, llamada telefónica con un mensaje pregrabado y/o

correo electrónico con los detalles de la alerta, para el caso de los entes de control y vigilancia existirá un dispositivo con una pantalla la cual proyectará la última información obtenida por las estaciones de su sector mediante gráficos semaforizados su estado actual y en caso de algún evento lo informará con señales visuales y acústicas.

Es importante aclarar que este proyecto podrá escalar de acuerdo con las necesidades y complejidades futuras como por ejemplo incluir más módulos de monitoreo, más ríos o quebradas, así como también el uso de sensores adicionales.

III. AVANCES Y EXPECTATIVAS

El proyecto cuenta con una simulación realizada en Cisco Packet Tracer en donde se observa la integración de todos los elementos necesarios para la operación del sistema.

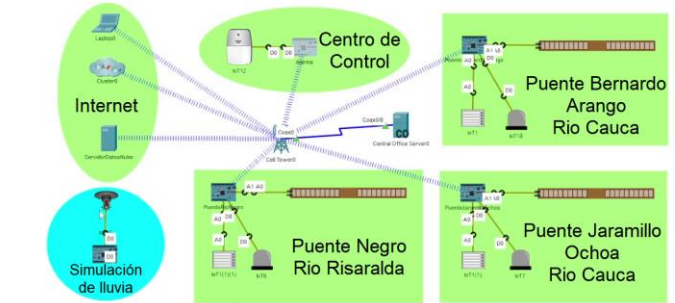


Figura 3. Simulación de las estaciones en Cisco Packet Tracer

En la actualidad se cuenta con todos los componentes electrónicos y las herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del primer prototipo funcional, el siguiente paso es el proceso de montaje e integración incluida la estructura que va a soportar todos los componentes del dispositivo, además de la programación del microcontrolador para que realice las tareas de monitoreo.

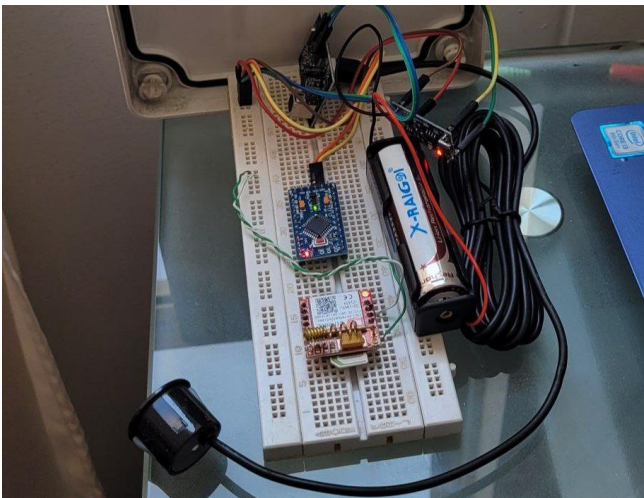


Figura 4. Componentes electrónicos de la estación.

Tabla 1. Presupuesto estimado de los componentes por módulo de monitoreo.

Componente	Valor
Arduino Mini-Pro 3v3	USD\$ 5.00
Módulo GSM/GPRS	USD\$ 4.00
Sensor Ultrasonido	USD\$ 9.00
Cargador Batería TP4056	USD\$ 1.00
Batería Li-Ion 18650 + soporte	USD\$ 3.00
Panel Solar 5v 300mA	USD\$ 6.00
SIM Card prepago	USD\$ 0.50
Cables, soldadura	USD\$ 2.50
Amarras, tornillos y varios	USD\$ 1.00
Soporte metálico	USD\$ 11.00
Caja Derivación 150x150x80	USD\$ 11.00
Total por dispositivo	USD\$ 54.00

Tabla 2. Costo por construcción del módulo, insumos y aplicativo web.

Componente	Valor
Desarrollo del aplicativo web	\$ 200.00
Construcción del módulo de monitoreo por unidad	\$ 25.00
Instalación del módulo de monitoreo por unidad	\$ 25.00
Servicio Google Cloud Platform (anual)	(a partir de) \$ 60.00
Plan de Datos por dispositivo (anual)	(a partir de) \$ 10.00

También se cuenta con un diseño de alta fidelidad de una aplicación que será instalable tanto en Android como en IOS ya que nos permite acceder a funciones específicas del dispositivo como el GPS, el acelerómetro y las notificaciones, esto nos permite conocer la ubicación de la persona al momento de enviar una notificación, el estado en el que está la persona a través del acelerómetro y permitir llegar en cualquier momento a través de las notificaciones así no tenga la aplicación abierta ya que ésta funciona a través del sistema operativo y no de la aplicación logrando así una mejor información al usuario.



Figura 5. Mockup de la aplicación del usuario.

Según la UNGRD debido a las condiciones de la Niña en donde debido a las fuertes lluvias pueden darse crecientes súbitas provocando inundaciones [9], esto sumado a la falta de herramientas que permitan la medición constante de los afluentes causa pérdidas fatales y materiales afectando con ello el bienestar de las comunidades.

Lo que se busca con este proyecto es que a través de la tecnología, que cada día es más eficiente, más económica y de fácil acceso poder crear una red de estaciones de monitoreo de bajo costo, en donde cualquier persona con conocimientos básicos en electrónica y computación pueda desarrollar este tipo de herramientas y con esto poder tener más información del comportamiento de nuestros afluentes inicialmente en el territorio colombiano, pero que sea escalable a nivel mundial apuntándole a la mejora de nuestras comunidades aportando positivamente a los ODS en sus objetivos 9b, 10.3, 11.1, 11.5 y 11b los cuales busca reducir el número de muertes por desastres y económicas de personas vulnerables, la implementación de políticas en la adaptación del cambio climático y resiliencia a desastres garantizando así la vivienda, la reducción de la desigualdad a través de políticas mediante la tecnología, investigación e innovación [10].

Según datos obtenidos de la UNGRD desde el 2018 han aumentado el número de muertes debido a desastres por evento recurrente de 99 víctimas fatales en 2018 a 115 en 2021 alejándonos así de la línea de tendencia de la meta propuesta en el objetivo 11 de los ODS que es llegar a la cifra de 80 muertos al 2030 [11].

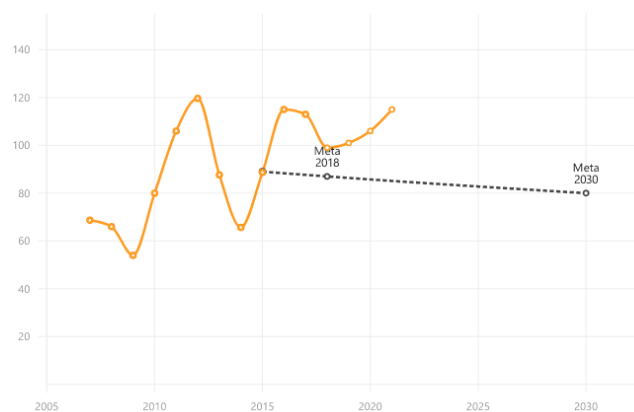


Figura 6. Mortalidad por eventos recurrentes, tomado de DNP [11]

IV. CONCLUSIONES

Actualmente la tecnología juega un papel fundamental en nuestras vidas pero que lamentablemente en muchas ocasiones no es aprovechada como es debido, con el desarrollo de un sistema de alertas tempranas podemos brindar seguridad y bienestar a muchas familias que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad por vivir cerca de un río y que no cuenta con suficiente información y esto la pone en un riesgo inminente.

Si se lleva a cabo la realización de este proyecto a gran escala mediante la colaboración de los entes gubernamentales a través de políticas públicas con el apoyo de la comunidad se puede realizar de manera masiva beneficiando así a miles de hogares que están bajo esta condición de peligro, pero también el darle las herramientas para que las comunidades puedan desarrollarlos y mantenerlos les da la posibilidad de que lo apropien, sensibilicen y velen por el cuidado y uso de estos dispositivos lo que permitirá mejorar la calidad de la información recolectada, es por ello que el desarrollo de este proyecto será abierto pensando en que no sólo beneficiara a las comunidades locales sino también nacionales y extranjeras en donde es difícil acceder a sistemas especializados por sus altos costos aprovechando el gran avance de la tecnología y el fácil acceso que se tiene hoy en día.

REFERENCIAS

- [1] International Science Council, «Report for the Mid-Term Review of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction», International Science Council, mar. 2023. doi: 10.24948/2023.01.
- [2] «Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres». Available: <http://bit.ly/3JOz5V5>
- [3] «Se cumplen dos meses desde que inició 1ª temporada de lluvias y 324 municipios han registrado algún evento asociado a las precipitaciones». Available: <https://bit.ly/3VH0jku>
- [4] Atmel Corp., ATmega328P, San Jose, CA, USA: Atmel, 2015, [Online]. Available: <https://bit.ly/3BnKJ54>
- [5] SIM Tech., SIM800L Hardware Design V1.00, Shanghai, China: SIMCom, 2013, [Online]. Available: <https://bit.ly/3AYYW6Z>
- [6] Maha, C., Arduino Distance Measuring Transducer Sensor Model: AJ-SR04M, 2019, [Online]. Available: <https://bit.ly/3B4UljI>

- [7] ASIC Corp., TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8, Nanjing, China: ASIC, 2008, [Online]. Available: <https://bit.ly/3B3htPw>
- [8] Google LLC., Compute Engine Service Level Agreement (SLA), Mountain View, CA, USA: Google, 2021, [Online]. Available: <https://bit.ly/3Btx9NH>
- [9] UNGRD, UNGRD emite recomendaciones para la temporada de menos lluvias con influencia de La Niña, Bogotá, Colombia: UNGRD, 2022, [Online]. Available: <https://bit.ly/3QwfUPM>
- [10] Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Nueva York, NY, USA: NU, 2022, [Online]. Available: <https://bit.ly/3RTDLdz>
- [11] DNP., “Mortalidad Nacional Causada por Eventos Recurrentes” en Objetivos de Desarrollo Sostenible, Bogotá, Colombia: DNP, 2022, [Online]. <https://bit.ly/3B3gsa9>