



Monitoreo Ambiental con Microbit e Internet de las Cosas: Prototipo Educativo Frente al Cambio Climático

Yenifer Carolina Fuelagán Rivera¹
Harold Hernán Muñoz Rosero²

Resumen

El monitoreo de las variables ambientales es esencial, permite la detección de patrones y tendencias a lo largo del tiempo, posibilitando la adopción de medidas preventivas. Un ejemplo son los impactos derivados del cambio climático. En este contexto, este proyecto de investigación formativa se enfoca en el desarrollo de un prototipo de sistema de monitoreo de variables ambientales, como; la precipitación, temperatura, humedad y radiación UV, utilizando una microbit como tarjeta de control principal, un módulo Wifi y una red de sensores para obtener datos en tiempo real a través de una plataforma de Internet de las cosas (IoT), respaldado por un módulo de alimentación eléctrica basado en paneles solares para garantizar su autonomía operativa.

Palabras Clave: Cambio climático, internet de las cosas, monitoreo ambiental, paneles solares.

Introducción

La importancia del monitoreo de las variables ambientales en nuestro mundo contemporáneo no puede subestimarse. La capacidad de recopilar datos precisos sobre elementos como la precipitación, la temperatura, la humedad y la radiación UV es esencial para comprender y abordar los desafíos ambientales a los que nos enfrentamos en la actualidad. Estos datos no solo nos proporcionan información valiosa sobre las condiciones actuales del

entorno, sino que también nos permiten identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo, lo que es esencial para anticipar y gestionar cambios futuros.

Un ejemplo paradigmático de la relevancia de este monitoreo es el cambio climático, un fenómeno global que afecta a la biodiversidad, los ecosistemas y, en última instancia, a la vida en la Tierra. La comprensión de los efectos del cambio climático y la capacidad de prever sus

¹Aprendiz. Tecnoacademia Itinerante CSCLI de Nariño

²Facilitador. Tecnoacademia Itinerante CSCLI de Nariño

consecuencias son críticas para la toma de decisiones informadas en áreas que van desde la conservación ambiental hasta la producción de alimentos y la economía.

En tal contexto, este proyecto se enfoca en el desarrollo de un prototipo innovador de sistema de monitoreo de variables ambientales. El sistema utiliza tecnología de vanguardia, emplea la microbit como tarjeta de control principal, un módulo Wifi y una red de sensores para recopilar datos en tiempo real. Además, se incorpora un elemento sostenible mediante la implementación de un módulo de alimentación eléctrica a través de paneles solares, lo que garantiza autonomía operativa del sistema y capacidad para contribuir al conocimiento en beneficio del entorno natural y de la sociedad en su conjunto.

La implementación del prototipo se realiza en la Institución educativa Camilo Torres del municipio de Cuaspud con aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño.

Metodología

Se emplea una metodología en “cascada”, es un enfoque secuencial que estructura de manera estricta las fases del proceso, de modo que el inicio de cada fase depende de la conclusión exitosa de la fase precedente.

Fase 1: Definición de Requisitos. En la primera fase, se identificaron las variables esenciales para comprender y evaluar el impacto del cambio climático en el entorno:

Temperatura: Representa el nivel de calor o frío en la atmósfera en una ubicación y momento específicos. Se mide en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F) y puede variar según la ubicación y el momento del día. Humedad: Indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire y se expresa generalmente en forma de porcentaje. Esta cifra puede variar según la ubicación y las condiciones climáticas. Precipitación: Refiere a la cantidad de agua que cae del cielo en forma de lluvia, nieve, granizo y otros tipos. Se mide en litros por metro cuadrado. Radiación UV: Mide la intensidad de la radiación ultravioleta del sol que alcanza la Tierra. Se utiliza para evaluar el riesgo de daño en la piel y los ojos debido a la exposición solar.

Luego, se procedió con la selección de los siguientes sensores y módulos adecuados para la implementación del proyecto: Micro:bit es una tarjeta de desarrollo programable con un lenguaje de programación visual, ideal para estudiantes. Incluye sensores incorporados para realizar proyectos creativos y educativos. Su diseño compacto y facilidad de uso la hace muy popular en la educación y el desarrollo de prototipos.

Tarjeta de Expansión KS0360: Esta tarjeta permite la integración de la micro:bit con otros sensores y módulos de manera sencilla y rápida. Sensor BME280: En un solo encapsulado es capaz de medir temperatura, humedad y presión atmosférica. Se puede comunicar mediante el bus I2C o SPI. Sensor magnético KY003: integra un sensor de Efecto Hall con salida digital,



generando una señal de voltaje en respuesta a campos magnéticos. Se usa en diversas aplicaciones, como detección de proximidad o medición de campos magnéticos, destacando por su precisión y velocidad ante cambios en el entorno magnético. Modulo WIFI ESP 8266: es un chip altamente integrado diseñado como una solución completa y autónoma de redes WiFi, lo que le permite alojar la aplicación o servir como puente entre Internet y un microcontrolador.

Modulo fotovoltaico: comprende un panel solar, una batería y componentes complementarios. Este conjunto de dispositivos trabaja en conjunto para captar la energía solar, almacenarla y, si es necesario, realizar tareas adicionales para garantizar un suministro de energía eficiente.

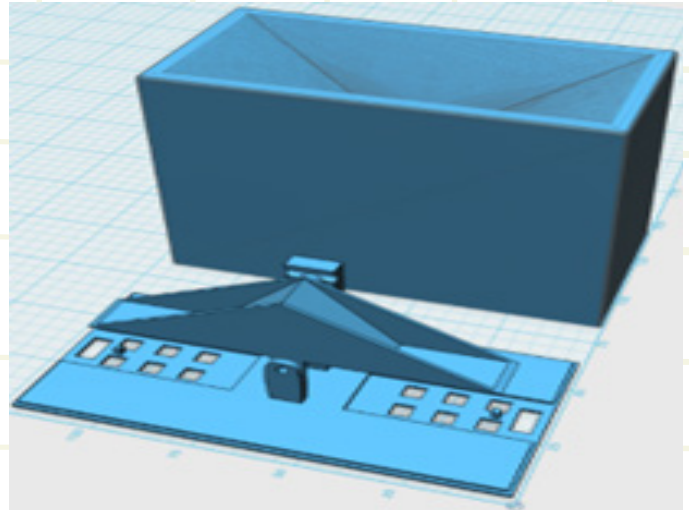
Fase 2: Diseño y Desarrollo del Hardware. El diseño técnico del proyecto de monitoreo de variables ambientales con microbit involucró varios componentes y etapas clave.

Diseño 3D del Pluviómetro: el pluviómetro es un instrumento utilizado para medir la cantidad de precipitación, en el diseño 3D se incluyó un sensor de efecto Hall para detectar el vaciado del depósito de tipo balancín.

Cada vez que el pluviómetro se llena y uno de sus depósitos se voltea, un imán pasa frente al sensor, lo que cierra momentáneamente el circuito y permite medir con precisión la cantidad de lluvia acumulada.

Figura 1

Diseño 3D Pluviómetro



Fuente: Elaboración de los autores

El diseño 3D se desarrolló en el programa 123D Design por su enfoque en la facilidad de uso y su interfaz de usuario amigable (fig. 1).

Acondicionamiento de tarjetas, sensores y módulo Wifi: La microbit se utilizó como el microcontrolador central del proyecto. Es una plataforma de desarrollo programable que se adapta bien a proyectos de este tipo debido a su tamaño compacto y capacidad de programación. Se utilizó una tarjeta de expansión para la microbit, que permite conectar de manera efectiva los sensores ambientales y otros componentes al microcontrolador. Esta tarjeta facilita la conexión de los sensores y simplifica la configuración del hardware. Así mismo, se incorporan sensores de humedad, temperatura y radiación UV al proyecto para medir variables ambientales clave. Estos sensores recopilan datos ambientales en tiempo real y son esenciales para el monitoreo preciso de las condiciones climáticas. Se adicionó un módulo ESP8266 WiFi al diseño para habilitar la conectividad a Internet. Este

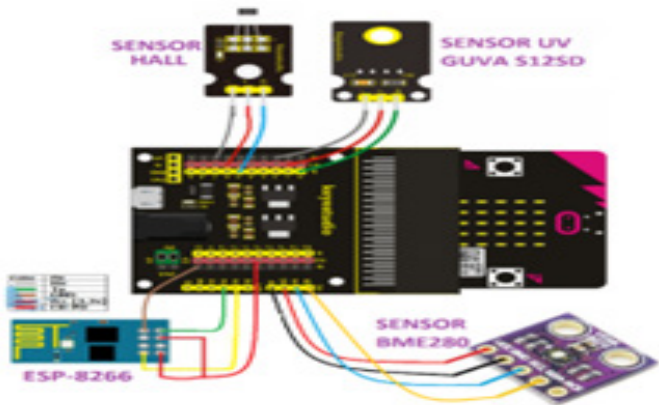
módulo permite que el sistema transmita datos ambientales en tiempo real a través de una red WiFi, lo que facilita la monitorización y la recopilación de datos desde ubicaciones remotas (fig.2).

Módulo de panel solar:

Se integró un módulo de panel solar en el diseño para aprovechar la energía solar y cargar las baterías de ion litio. Este módulo proporciona la fuente de energía sostenible necesaria para el funcionamiento continuo del sistema. Se incluyó tres baterías de ion litio de 3.7 voltios para almacenar la energía generada por el panel solar y proporcionar energía durante la noche o en condiciones de poca luz solar.

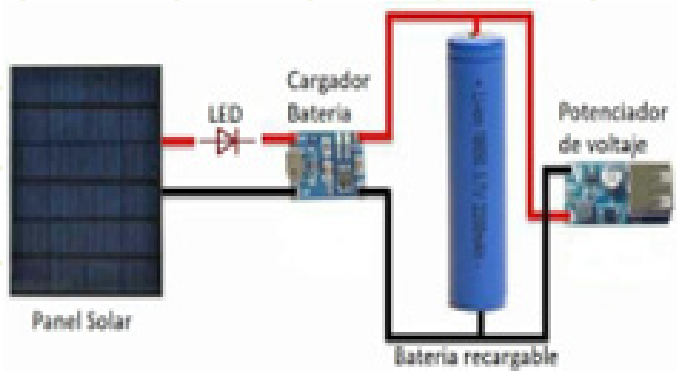
Fase 3: Desarrollo del Software. El software visual o por bloques simplifica la programación al permitir a los usuarios arrastrar y soltar bloques gráficos en lugar de escribir código, lo que facilita el proceso de aprendizaje y comprensión del sistema. A continuación, se presenta el código visual que se desarrolló (fig. 3)

Figura 2
Diagrama de conexiones modulo principal



Fuente: Elaboración de los autores

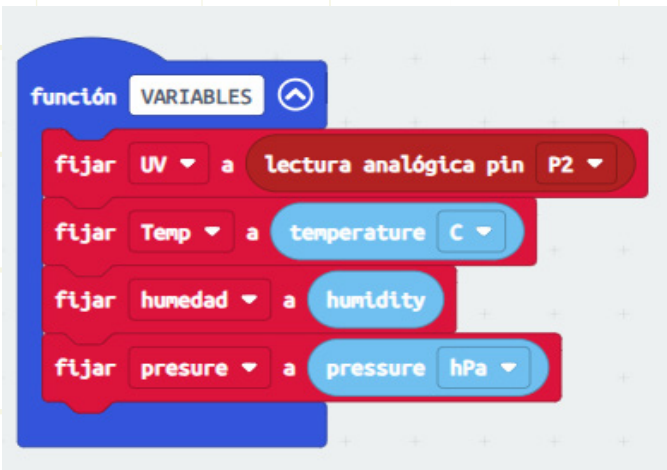
Figura 3
Sistema de alimentación Fotovoltaico



Fuente: Elaboración de los autores

Inicialmente se determinaron las variables a utilizar y se establecen las librerías del módulo Wifi ESP8266 y el sensor BME280, se utilizó la matriz led disponible en la microbit, se crearon las funciones VARIABLES donde se asignará el valor correspondiente de cada uno de los sensores, y CONEXIÓN para mostrar alertas de conexión y desconexión a internet (fig. 4-a y 4-b)

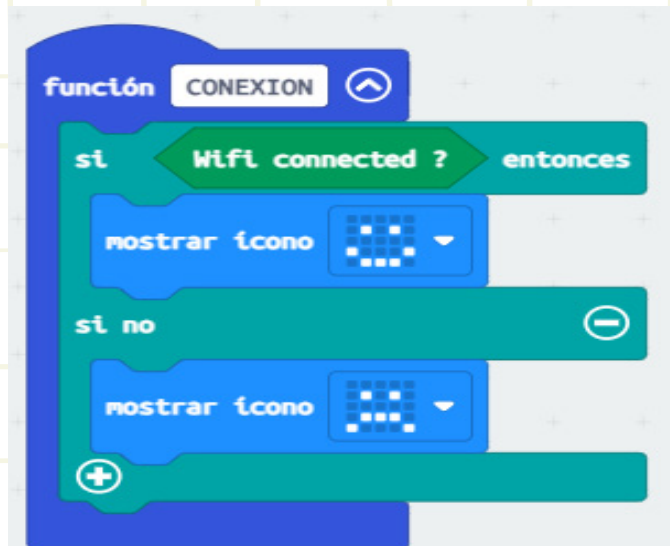
Figura 4-a
Definición de funciones



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 4-b

Alerta de conexión a red wifi



Fuente: Elaboración de los autores

Es importante definir la función para registrar la precipitación por minuto, para ello se hizo uso del sensor de efecto hall dispuesto en el pluviómetro y conectado a la microbit mediante la tarjeta de expansión en el pin 2. Cada vez que el sensor Hall se active por causa del volcado del pluviómetro la variable C lluvia se incrementará en 1 el cual se multiplicará por el factor de conversión. Para determinar exactamente el valor de este factor de conversión Fc debemos tener en cuenta la cantidad de agua volcada por el pluviómetro cada vez y la superficie que abarca el embudo de este, lo que resulta en (ecuación 1)

$$FC = \frac{\text{Cantidad agua volcada (l)}}{\text{Area embudo (m}^2\text{)}} \text{ Ecuación.... (1)}$$

Figura 5

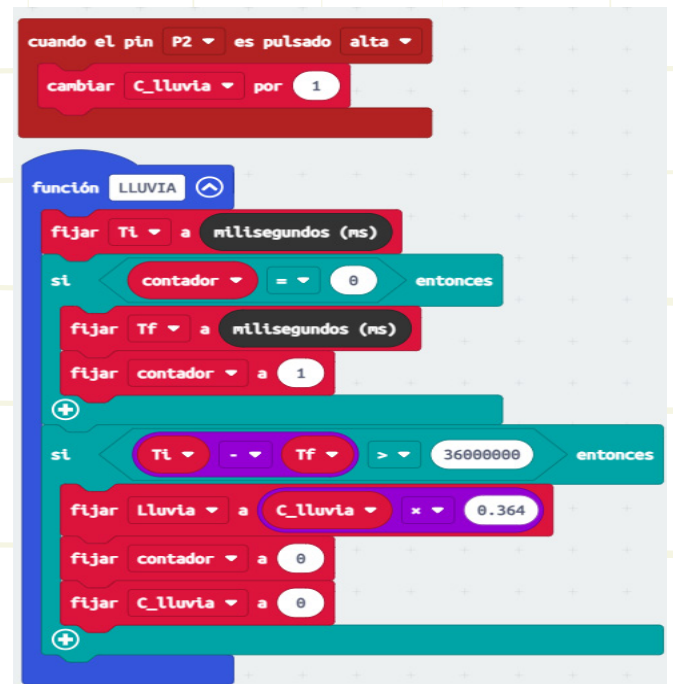
Definición de variables, extensiones y conexión a red Wifi.



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 6

Definición de la función lluvia



Fuente: Elaboración de los autores

Para el diseño que se realizó tenemos una constante Factor de conversión = 0.364 litro x metro cuadrado. Finalmente recogeremos el acumulado de lluvia por cada hora transcurrida de acuerdo con el código de programación.

En el bloque principal del programa, se invocan las funciones denominadas LLUVIA, VARIABLES y CONEXION. A continuación, se lleva a cabo la carga de los datos almacenados en la plataforma IoT conocida como ThingSpeak, junto con la generación de notificaciones de conexión y desconexión de la red (fig. 6)

Figura 7

Bloque principal del programa



Fuente: Elaboración de los autores

Fase 4: Pruebas y Validación. Se realizaron pruebas unitarias para verificar el correcto funcionamiento de cada componente y se obtienen resultados exitosos (fig. 7).

Resultados y Discusión

El prototipo final del sistema está compuesto por varios componentes

esenciales para su funcionamiento óptimo. En primer lugar, se incluyó un panel solar de 12W como fuente de energía principal. Este panel captura la energía solar y la convierte en electricidad para alimentar el sistema de forma sostenible. Para el almacenamiento de la energía generada, se utilizó un banco de baterías de 12V. Estas actúan como un reservorio de energía que permite mantener el sistema funcionando incluso en condiciones de poca luz solar o durante la noche.

Para gestionar eficientemente la energía solar y garantizar una carga adecuada de las baterías, se incorporó un regulador de energía solar. Este dispositivo regula y gestiona la transferencia de energía desde el panel solar hacia las baterías, previniendo posibles sobrecargas y descargas excesivas. El banco de baterías tiene una autonomía de funcionamiento de 26 horas sin depender del panel solar, y en condiciones de cielo nublado, el panel solar es capaz de recargar completamente el banco de baterías en tan solo 6 horas.

El sistema también cuenta con diversos sensores diseñados específicamente para capturar los valores deseados. Estos sensores se encargan de medir variables ambientales o de otro tipo, dependiendo de las necesidades del sistema. Estos datos son fundamentales para el monitoreo y la toma de decisiones.

Finalmente, se implementó una caja de intemperie que brinda una protección adecuada contra los elementos y cualquier problema ambiental que pueda surgir. Esta caja asegura que

los componentes internos del sistema permanezcan seguros y funcionales.

Figura 8

Diseño físico implementado



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 9

Pruebas de funcionamiento



Fuente: Elaboración de los autores

En lo que respecta al funcionamiento del sistema, la microbit, que forma parte del conjunto, está programada para recibir los valores medidos por cada sensor, procesarlos y transmitir los datos con precisión y confiabilidad. Esto se logra mediante un módulo WiFi que permite la comunicación con la plataforma de Internet de las Cosas denominada ThingSpeak. De esta manera, se establece una conexión efectiva entre el sistema y la nube, facilitando la monitorización y el análisis de datos

en tiempo real para una gestión eficiente de los recursos y la toma de decisiones informadas.

A través de la plataforma de Internet de las Cosas (IoT), toda la información recopilada a partir de las variables que se miden se transfiere y carga en la nube de ThingSpeak. Esta plataforma ofrece la capacidad de actualizar los datos cada 20 segundos y los usuarios pueden acceder a esta información desde cualquier dispositivo conectado a Internet en cualquier ubicación.

Además, el sistema brinda la opción de almacenar todos los registros de las variables en una base de datos. Esta base de datos se puede exportar de manera sencilla en formato CSV, lo que proporciona un registro detallado de los valores medidos en cada nodo sensor junto con su respectiva fecha y hora. Los datos pueden ser ordenados cronológicamente, lo que facilita su análisis.

Asimismo, se ofrece la posibilidad de visualizar gráficamente la evolución de las variables ambientales en tiempo real. Estos datos se almacenan y actualizan cada 20 segundos, lo que permite a los usuarios observar cómo cambian estas variables de manera continua a lo largo del tiempo. Esta función gráfica es una herramienta valiosa para comprender mejor las tendencias y patrones en los datos ambientales capturados. Así el sistema proporciona una plataforma versátil y accesible para el monitoreo, registro y análisis de variables ambientales de manera eficiente y beneficiosa.

Se ha confirmado la correcta comunicación con la plataforma IoT y la recepción exitosa

de datos. A continuación, se presenta una captura de pantalla real de la plataforma con el sistema de variables debidamente conectado (fig. 10)

Figura 10

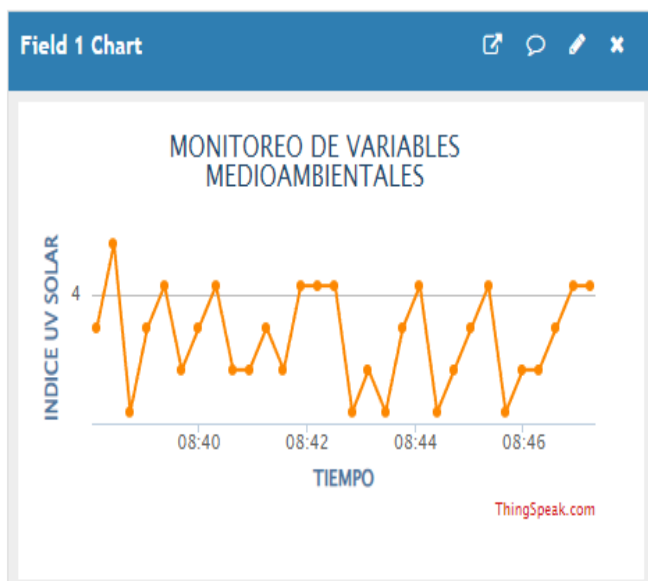
Captura de pantalla plataforma thingspeak



Fuente: <https://thingspeak.com/channels/1533370>

Figura 11

Índice UV registrado por el sistema fuente



Fuente: <https://thingspeak.com/channels/1533370>

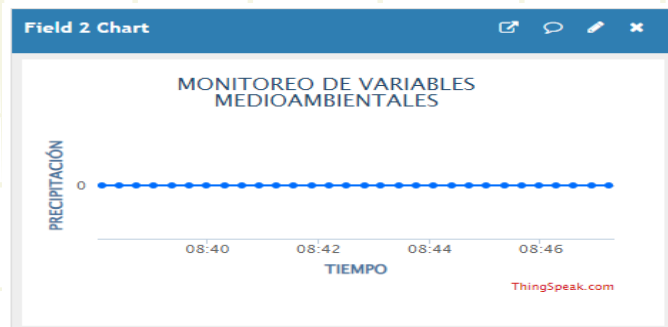
Se llevó a cabo una evaluación inicial de funcionamiento que abarca un período de cinco días, desde el 21 hasta el 25 de

Agosto de 2023, en el municipio de Cuaspud, Nariño. El sistema de monitoreo implementado, el índice UV más alto registrado durante la semana alcanza un valor de 4.2, situándose en una categoría considerada como moderada.

El cambio climático puede aumentar la intensidad de la radiación ultravioleta debido a la reducción de la capa de ozono y otros factores. Esto puede aumentar el riesgo de enfermedades relacionadas con la exposición al sol, como el cáncer de piel. Además, el aumento de las temperaturas puede llevar a un mayor tiempo de exposición al sol, lo que también aumenta el riesgo (fig.11).

Según el sistema de seguimiento que se estableció, se registró un promedio de humedad del 58% durante el período de prueba en Cuaspud, Nariño. Además, es importante señalar que el cambio climático puede tener un impacto en los niveles de humedad del aire. A medida que la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener humedad también se incrementa. Este fenómeno puede dar lugar a un aumento en la evaporación, lo que, a su vez, puede influir en los patrones de precipitación y la frecuencia de las sequías (fig. 12)

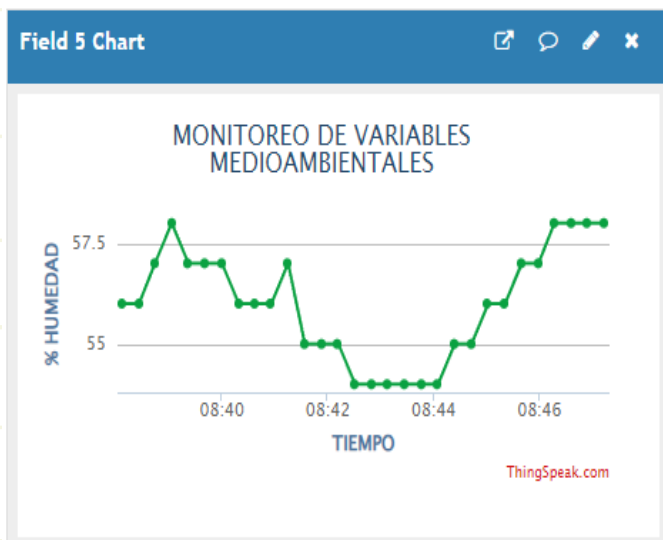
Figura 12



Fuente: <https://thingspeak.com/channels/1533370>

Figura 13

Humedad del Ambiente registrado
Precipitación registrada fuente



Fuente: <https://thingspeak.com/channels/1533370>

De acuerdo con el sistema de monitoreo implementado no se registraron lluvias durante el periodo de prueba de monitoreo en el municipio de Cuaspud. El cambio climático puede alterar los patrones de precipitación en diversas regiones. Algunas áreas pueden experimentar un aumento de las lluvias y el riesgo de inundaciones, mientras que otras pueden enfrentar sequías más prolongadas. Estos cambios en los patrones de precipitación pueden tener

graves consecuencias para la agricultura, la disponibilidad de agua y la seguridad alimentaria (fig. 13)

De acuerdo con el sistema de monitoreo implementado, durante el periodo de prueba se obtuvo una temperatura máxima de 20°C y una temperatura mínima de 5°C. El aumento de la temperatura promedio de la Tierra es uno de los indicadores más claros del cambio climático. El calentamiento global, causado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero, está elevando las temperaturas en todo el mundo. Esto tiene consecuencias, como el derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos más frecuentes y severos.

Al monitorear y analizar estas variables con el sistema desarrollado, el equipo responsable puede contribuir a la recopilación de datos importantes para estudiar y abordar los efectos del cambio climático y tomar medidas para mitigarlos. Para ello, se requiere llevar a cabo un estudio de estas variables en el tiempo, lo que permitirá una acertada toma de decisiones una vez que se hayan acumulado suficientes datos relevantes.

Conclusiones

Se ha creado un sistema automatizado de monitoreo de variables ambientales autónomo que adquiere datos en tiempo real y gracias a la utilización de herramientas educativas, plataformas de IoT y su capacidad de adaptación al permitir la incorporación de diversos

sensores y módulos de comunicación se convierte en un recurso valioso para abordar los problemas medioambientales frente al cambio climático.

Al ofrecer información en tiempo real acerca de las condiciones ambientales, el prototipo impulsa la sensibilización y motiva la toma de medidas en la batalla contra el cambio climático. Los datos recolectados se convierten en una valiosa herramienta para guiar decisiones tanto a nivel personal como comunitario.

Además de su función educativa, el sistema tiene el potencial de ser utilizado en investigaciones científicas relacionadas con el cambio climático y la recopilación de datos ambientales de alta calidad.

Referencias

Gaviria Valencia, R. (2018). Prototipo funcional estación meteorológica portable con diapositivas de bajo coste (Arduino). [Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería de Sistemas. Universidad Libre. Seccional Pereira]. <https://hdl.handle.net/10901/17294>

Uribe, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Cepal. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/708d43a0-ef64-41f9-9ff7-ca8ae75d8c0e>

The Program GLOBE (2005). Guía del Maestro GLOBE. Investigación de la Atmosfera http://www.globe.gov/documents/10157/381040/atmo_chap_es.pdf