**DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE APLICANDO TECNOLOGÍAS IoT EN EL HOGAR**

**KAREN ADRIANA BOLAÑOS SOLARTE**

**CARLOS ALBERTO RUIZ RIVERA**

**UNIVERSIDAD CESMAG**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2019**

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE APLICANDO TECNOLOGÍAS IoT EN EL HOGAR**

**KAREN ADRIANA BOLAÑOS SOLARTE**

**CARLOS ALBERTO RUIZ RIVERA**

**PROPUESTA DE TESIS COMO PARTE DE LA ASIGNATURA DE PROYECTO DE GRADO I**

**ASESOR**

**ARTURO ERASO TORRES**

**Especialista en Redes Y Servicios Telemáticos**

**Magister en Software Libre**

**UNIVERSIDAD CESMAG**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2019**

**CONTENIDO**

pág.

[INTRODUCCIÓN 6](#_1fob9te)

[1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 8](#_3znysh7)

[1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN 8](#_2et92p0)

[1. 2 ÁREA DE INVESTIGACIÓN 8](#_1t3h5sf)

[1. 3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 8](#_4d34og8)

[1. 4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9](#_2s8eyo1)

[1. 5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 10](#_26in1rg)

[1. 6 OBJETIVOS 11](#_lnxbz9)

[1. 6.1 Objetivo general 11](#_35nkun2)

[1.6.2 Objetivos específicos 11](#_1ksv4uv)

1.7 JUSTIFICACIÓN 11

[1.8 VIABILIDAD 12](#_44sinio)

[1.8.1 Viabilidad operativa 12](#_2jxsxqh)

[1.8.2 Viabilidad técnica 12](#_z337ya)

[1.8.3 Viabilidad económica 13](#_3j2qqm3)

[1.9 DELIMITACIÓN 13](#_1y810tw)

[1.10 ANTECEDENTES INICIALES 13](#_4i7ojhp)

[1.10.1 Internacionales 13](#_2xcytpi)

[1.10.2 Nacionales 14](#_1ci93xb)

[1.10.3 Regionales 16](#_3whwml4)

[1.11 METODOLOGÍA BÁSICA 17](#_2bn6wsx)

[1.12 TALENTO HUMANO 18](#_3as4poj)

[1.13 RECURSOS FÍSICOS 19](#_1pxezwc)

[1.14 PRESUPUESTO 19](#_49x2ik5)

[1.15 FINANCIACIÓN 19](#_2p2csry)

[1.16 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 20](#_147n2zr)

[BIBLIOGRAFÍA 22](#_3o7alnk)

LISTA DE TABLAS 4

LISTA DE ANEXOS 5

# LISTA DE TABLAS

pág.

TABLA 1. Talento humano 18

TABLA 2. Recursos físicos 19

TABLA 3. Presupuesto 19

TABLA 4. Cronograma de actividades 21

**LISTA DE ANEXOS**

pág.

ANEXO A.

Carta asesor 26

# INTRODUCCIÓN

El agua es un motor de la naturaleza para la producción y sostenibilidad de la vida, un recurso indispensable del planeta para la humanidad y los seres vivos que lo acompañan, así mismo, un elemento que se puede utilizar de diversas formas para el desarrollo y la calidad de vida.

Según la organización mundial de la salud “alrededor de 3 de cada 10 personas, o 2100 millones de personas, carecen de acceso a agua potable”[[1]](#footnote-0).

Esto conlleva que, en la última década, la escasez de agua se ha convertido en una gran problemática.

La falta de agua potable es una de tantas consecuencias del mal uso del agua por parte de la ciudadanía, al ser un recurso escaso es oportuno protegerlo y no malgastarlo, además es necesario lograr un uso eficiente.

Gracias a la evolución que se vive hoy en día, la tecnología contribuye y facilita la calidad de vida, permitiendo la adaptación y optimización de los recursos del medio ambiente.

Las nuevas tecnologías brindan mayores oportunidades para perfeccionar los consumos y el uso de este recurso hídrico, entre las cuales se encuentra el IoT.

Andy Noronha, director de Cisco y otros autores en una publicación de la página web de cisco afirman que:

IoT incluye las redes de objetos físicos y sensores conectados que automatizan operaciones del modo siguiente:

Recopilan información automáticamente sobre los recursos físicos (máquinas, equipos, dispositivos, instalaciones, vehículos) para supervisar estados o comportamientos

Usan esta información para ofrecer visibilidad y control con el objetivo de optimizar procesos y el uso de recursos, y mejorar la toma de decisiones.[[2]](#footnote-1)

Dicha tecnología permite que las cosas estén conectadas al internet, su capacidad para capturar información, analizar o distribuir datos físicos por medio de diferentes sensores para almacenarla en bases de datos compartiéndola a cualquier dispositivo sin determinar el tiempo, con esta herramienta tecnológica se puede proteger y conservar dando solución del despilfarro del agua, y así presidir la cantidad de litros mal usados que se genera por las fugas o fallas, por ello se pretende diseñar un prototipo que permita un la optimización sostenible al caudal, y así tratar con soluciones particulares del uso de agua para los hogares de la ciudad de San Juan de Pasto.

# 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN

Administración del uso del agua potable mediante tecnologías IoT.

## 1. 2 ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto pertenece al área de Gestión de la información en el programa de Ingeniería de Sistemas.

La información se ha convertido en el activo principal de las empresas y organismos, llegando a suponer, en la mayoría de casos, su principal ventaja estratégica. Por ello el desarrollo de sistemas de información se ve sometido actualmente a grandes exigencias en productividad y calidad y se hace necesaria la aplicación de un nuevo enfoque en la producción de software más cercano a una disciplina de ingeniería que a los hábitos y modos artesanales que se ha venido aplicando.

El análisis y diseño de aplicaciones informáticas de gestión debe abordarse, con técnicas y metodologías adecuadas, acompañadas por una precisa gestión de proyectos y una eficaz gestión de calidad. Así mismo, es importante poder contar con el soporte de entornos y herramientas adecuadas que faciliten la tarea del profesional y los usuarios a la hora de desarrollar un sistema de información. [[3]](#footnote-2)

## 1. 3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo de aplicativos para la gestión de la información – DAGI.

“Esta línea de investigación se orienta al estudio de aspectos formales para afrontar el reto de una buena gestión de la información, para garantizar el éxito de esta etapa es fundamental acometer el proceso siguiendo tres pasos claramente definidos: la planificación, el almacenamiento y la implementación de soluciones tecnológicas bajo software libre.”[[4]](#footnote-3)

## 1. 4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso indispensable para sostener la vida, la evolución y el medio ambiente, por esta razón la ONU ha planteado en su objetivo sostenible número 6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”[[5]](#footnote-4). Ha propuesto como meta para el año 2030 “aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”[[6]](#footnote-5).

A nivel mundial, se cuenta con servicios de agua potable en diferentes hogares, pero el porcentaje de ellos sigue siendo bajo, como lo afirma la fundación Aquae donde “Sólo el 0.007% del agua existente en la tierra es potable, y esa cantidad se reduce año tras año debido a la contaminación”[[7]](#footnote-6). Por ello han creado diferentes medidas de gestión que permiten el uso eficiente y el ahorro, pero esto no ha sido suficiente.

El principal problema en el consumo del recurso hídrico está relacionado con la población y el escaso aprovechamiento del agua[[8]](#footnote-7), puesto que no existe cultura educativa, además, la falta de información hacia la comunidad, ha incrementado la brecha entre la responsabilidad sostenible de los recursos y el ser humano.

Según la Organización Mundial de la Salud[[9]](#footnote-8), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día, para cubrir las necesidades básicas en el uso doméstico y personal, pero los hábitos y necesidades siguen incrementando este consumo.

Para el año 2018 la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia (CRA)[[10]](#footnote-9), aplicó el rango de consumo básico en por suscriptor mensualmente, para las ciudades de clima frío, entre ellas San Juan De Pasto. Es decir, que en una familia promedio, cada integrante podría consumir máximo 73.3lts, pero un seguimiento de consumo básico desde el 2016, muestra que en los estratos 1, 2, 3 con consumos superiores al básico aumentaron en un 63,9% para el año 2018.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que hay un incumplimiento en el uso eficiente del agua por parte de la comunidad. Esta problemática obliga al gobierno a incrementar los costos y a disminuir la cantidad de agua personal.

Según la ONU “Para el año 2050 se espera que al menos un 25% de la población mundial, viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. La sequía afecta a algunos de los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición”[[11]](#footnote-10). Así, la salud y la calidad de vida, se verá afectado generando un desequilibrio ambiental.

## 1. 5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto?

## 1. 6 OBJETIVOS

## 1. 6.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo que permita disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.

## 1.6.2 Objetivos específicos

* Recopilar la información pertinente para disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.
* Desarrollar un prototipo que permita disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.
* Validar el prototipo para disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.

## 1. 7 JUSTIFICACIÓN

Según la organización Mundial de la Salud, “Todo individuo tiene derecho al agua, lo que implica el acceso a la cantidad mínima necesaria para satisfacer sus necesidades básicas”[[12]](#footnote-11). Conocer la cantidad de agua que usan las viviendas sería un aspecto importante para minimizar o determinar un consumo adecuado en los hogares de San Juan de Pasto.

La resolución 0959 del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en el artículo 8 del decreto - Ley 2811 de 1974 establece como principio que: “(...) Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad”.[[13]](#footnote-12)

De acuerdo a los ingenieros, Ríos Gilberto y Carranza Yover, mencionan que el “IoT es una innovación tecnológica que permite la conexión, transmisión y recepción de información, como también ha tomado fuerza en el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano”.

Esta tecnología brinda nuevas posibilidades, ya sea en el hogar o ambientes industriales. “El IoT permite un control minucioso de la información sobre los recursos hídricos y un uso y gestión más optimizada y eficiente”[[14]](#footnote-13), brindando beneficios sobre el consumo diario y reducción en los gastos económicos generados en un hogar.

## 1.8 VIABILIDAD

## 1.8.1 Viabilidad operativa

El proyecto es viable operativamente, puesto que los investigadores son estudiantes de séptimo semestre de ingeniería de sistemas y cuentan con los niveles de conocimientos básicos necesarios para desarrollar este proyecto, además la información de bibliografía y webgrafía sobre los temas a usar es de fácil acceso. También se cuenta con la asesoría de un docente de la universidad CESMAG quién brinda sus conocimientos y experiencia para el proceso de desarrollo de este proyecto.

## 1.8.2 Viabilidad Técnica

El proyecto es viable técnicamente puesto que los elementos y las herramientas de hardware y software necesarios para llevarlo a cabo son de fácil acceso, dado que se pueden adquirir en diferentes plataformas de comercio electrónico.

Así mismo, se dispone de computadoras personales y conexión a internet de alta velocidad para poder desarrollar los procesos y actividades pertinentes.

Por otro parte Universidad CESMAG pone a disposición de los investigadores los laboratorios y las instalaciones adecuadas para llevar a cabo el proyecto.

## 1.8.3 Viabilidad económica

Económicamente el proyecto es viable, puesto que los costos serán asumidos por los investigadores del proyecto.

## 1.9 DELIMITACIÓN

Este proyecto investigativo está orientado a proponer una solución a la problemática generada por el uso inadecuado del agua potable en los hogares de la comuna uno de la ciudad de San Juan de Pasto mediante el uso de las tecnologías del IoT.

El proyecto tendrá una duración de 9 meses, a partir de febrero del año 2020 hasta octubre del mismo año.

## 1.10 ANTECEDENTES INICIALES

## 1.10.1 Internacionales

En los últimos años hay más investigaciones que aportan al proyecto e incrementan las estrategias funcionales para la optimización del agua.

Así, como por ejemplo, uno de los hallazgos que fue realizado por Juan Francisco y otros autores[[15]](#footnote-14), el cual tiene como título:internet de las cosas (IoT), una alternativa para el cuidado del agua - México. Del Instituto tecnológico de Torreón de México, que desarrolló un dispositivo en el área agrícola, con el fin de controlar el agua hacia los cultivos, por la escasez de agua y la falta de un aprovechamiento adecuado.

Haciendo uso de la tecnología IoT, de sensores y captura variables como la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, las cuales representan una información que es monitoreada en tiempo real, es posible lograr una buena administración y manejo de este recurso hídrico.

El anterior proyecto hace un aporte en los procesos de diseño, desarrollo e implementación de un sistema que utiliza sensores y actuadores, además de hardware y software libre, enfocado en el internet de las cosas IoT, una de sus diferencias es el área de aplicación en el uso de sensores, es decir, el área agrícola.

Igualmente de México, se encontró otro aporte primordial para el diseño del prototipo, el nombre del proyecto es sgreenh-iot: plataforma IoT para agricultura de precisión. Según Juan Guerrero.[[16]](#footnote-15) En la Universidad de Colima, ubicada en la Colonia llamada por nombre Las Víboras, elaboraron una plataforma o página web incorporando (PHP, HTML5, CSS y JQuery) donde monitorean la producción agrícola, haciendo uso de la tecnología IoT y el desarrollo de software.

La comunicación que utilizan es el protocolo ZigBee, para transferencia de datos entre nodos y servidores.

Por otro lado, Eldon Y. Li,[[17]](#footnote-16) en la universidad nacional de Taiwán, desarrolla un sistema llamado adopting IoT technology to optimize intelligent water management,

Donde hacen un enfoque a las nuevas ciudades inteligentes, ofreciendo un estilo de vida diverso y cómodo, por medio de las tecnologías IoT y la combinación del almacenamiento en la nube, la transmisión y recepción de datos obtenidos por medio de sensores les permite en esta investigación adoptar un análisis de Big Data.

Proponen un prototipo inteligente para la gestión del agua en Taiwán, que detecta las fugas evaluando la calidad y la descarga.

Por medio de este sistema inteligente demuestran los beneficios del ahorro de este recurso hídrico, además de destacar que la medición de forma inteligente de los recursos es clave para el desarrollo.

## 1.10.2 Nacionales

En la revista Ingenio, el Phd. Parra Jorge[[18]](#footnote-17), se enfoca en la importancia del IoT para las Smart Cities y se conceptualiza sobre: Smart University. Este artículo abarca el concepto y resalta las características del Internet de las cosas en diversas áreas.

El principal aporte hacia el desarrollo del proyecto son las áreas de IoT, la conexión de objetos, análisis de datos y cloud computing.

En Colombia, La Ingeniera Aguilar Clara Milena, en su tesis, aborda el término Ciudad inteligente, afirmando que “Una ciudad inteligente es aquella que a través de la tecnología busca optimizar el uso de los recursos físicos, económicos y ambientales y mejorar la calidad de vida de sus habitantes”[[19]](#footnote-18). Tomando la tecnología como un punto más que importante para el mejoramiento de vida de los seres humanos y además para el aprovechamiento de los recursos.

Hace un gran aporte desde las áreas de desarrollo de interconexión de redes, sensores y actuadores, por medio del uso de IoT, como solución a diversas problemáticas de las ciudades de hoy en día.

Desde el enfoque de la arquitectura tecnológica del IoT, por medio del uso de dispositivos electrónicos, un sistema cloud y datos importantes sobre el agua, será un gran aporte para este proyecto.

De la ciudad de Bogotá, la ingeniera de telecomunicaciones, Angee Arévalo, realiza una investigación, enfocándose en los valores o variables del recurso hídrico, donde toma los diferentes tipos de instalación o formas de captación.

Por medio de la tecnología IoT, el uso de sensores y el desarrollo de un aplicativo web, la investigadora busca dar una solución a la problemática que se presenta con “los pozos, aljibes o manantiales que se encuentren en la zona rural del municipio de Tibaná Boyacá y que comúnmente son usados por la comunidad campesina para su consumo”[[20]](#footnote-19), los cuales no cuentan con la supervisión necesaria sobre estos recursos y su manejo.

Esta investigación aporta a este proyecto en el tema de la tecnología IoT, además de la portabilidad y el uso de un repositorio en la nube, que permite entender los resultados de forma sencilla, por medio de gráficas y alertas.

## 1.10.3 Regionales

En la ciudad de San Juan de Pasto, uno de los estudios más interesantes es el que elaboró Narváez Daniel y Córdoba Jhony[[21]](#footnote-20), en su tesis, donde abordan el desarrollo de un sistema de control para la humedad del suelo.

Este proyecto hace un aporte mayormente tecnológico, teniendo en cuenta el uso de las nuevas tecnologías, además de los sensores con sus características y su funcionalidad, enfocando la implementación en el riego de un cultivo.

Explica los parámetros para el desarrollo y la adquisición de datos, que serán utilizados, generando un registro predictivo del control del agua y humedad en los cultivos.

En la investigación, presentada por el ingeniero de sistemas Gelpud Anderson[[22]](#footnote-21), se puede observar, que por medio del uso de herramientas tecnológicas es posible generar un cambio ecológico en una comunidad en específico. Por medio del despliegue de una aplicación móvil llamada Appaga, se lleva a cabo el estudio de sensibilización y al mismo tiempo el aprovechamiento de un recurso fundamental para el desarrollo de la vida actual. Además, es un aporte interesante en cuanto al uso de la tecnología, para contrarrestar el mal uso y consumo de los recursos. Adicionalmente brinda aportes en el análisis de información, donde se puede observar el contraste de la transformación cultural y educativa en la población, mostrando resultados contundentes en la reducción del consumo.

De igual manera, en la ciudad de San Juan de Pasto, el ingeniero de sistemas Pantoja Freddy[[23]](#footnote-22) de la universidad CESMAG, desarrolla una aplicación en Android llamada Watt monitor App, con comunicación inalámbrica WIFI, la cual permite monitorear el consumo eléctrico en el hogar generando un beneficio y un ahorro por parte del usuario. Este proyecto sirve de aporte en el área de desarrollo, lineamientos y construcción de un sistema, que permite reducir el consumo o manejo de un recurso, enfocado a la comunidad, permitiendo el uso racional, así mismo disminuye los gastos económicos generados en los hogares, haciendo un registro diario, mensual, y anual.

## 1.11 METODOLOGÍA BÁSICA

En la metodología desarrollada para el cumplimiento de los objetivos específicos se proponen las siguientes actividades:

**Recopilar la información pertinente a disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.**

* Recopilar información pertinente al consumo del agua.
* Recopilar información referente al IoT.
* Recopilar información referente a los dispositivos o sensores para reducir el consumo del agua.
* Recopilar información que permita identificar herramientas de prototipado.
* Recopilar información en la población identificada, por medio de encuestas.
* Analizar las áreas de la vivienda donde se genere mayor consumo de agua.
* Seleccionar las áreas dentro de la vivienda, donde se puede reducir el consumo del agua.
* Identificar qué elementos y dispositivos se usarán para el desarrollo del proyecto.

**Desarrollar un prototipo que permita disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.**

* Identificar el muestreo de medición del caudal o volumen.
* Elaborar diagramas para el prototipo.
* Diseñar un esquema del prototipo.
* Diseñar la instalación de los sensores en las zonas seleccionadas de la vivienda.
* Elaborar algoritmo.
* Transcribir el algoritmo en pseudocódigo.
* Programar el código en Arduino.
* Implementar el montaje del prototipo para reducir el consumo del agua potable.

**Validar el prototipo para disminuir el consumo del agua potable aplicando las tecnologías del IoT en los hogares de San Juan De Pasto.**

* Usar datos de prueba para la validación del prototipo.
* Capturar los datos que se enviaran a la nube.
* Validar que los datos capturados sean funcionales y operables.
* Hacer pruebas simuladas o controladas.
* Obtener resultados.
* Analizar los resultados obtenidos.

## 1.12 TALENTO HUMANO

TABLA 1. Talento humano.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE** | **ESTUDIOS DE PREGRADO** | **ESTUDIOS DE POSTGRADO** | **ROL EN EL PROYECTO** | **CARGO QUE OCUPA EN LA UNIVERSIDAD** |
| Karen Adriana Bolaños Solarte | Tecnóloga en animación 3D  Estudiante de Ingeniería de Sistemas |  | Investigador | Estudiante de Ingeniería de Sistemas 7 Semestre |
| Carlos Alberto Ruiz Rivera | Técnico en sistemas  Estudiante de Ingeniería de Sistemas |  | Investigador | Estudiante de Ingeniería de Sistemas 7 Semestre |
| Arturo Eraso Torres | Ingeniero de sistemas | Especialización en redes y servicios telemáticos  Maestría en software libre | Asesor | Docente tiempo completo- Facultad de Ingeniería |

## 1.13 RECURSOS FÍSICOS

TABLA 2. Recursos físicos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **NOMBRE DE RECURSO** | **CANTIDAD** |
| 1 | Lapiceros | 6 |
| 2 | Lápices | 6 |
| 3 | Tintas para impresora | 4 |
| 4 | Fotocopias | 500 |
| 5 | Resmas de papel | 3 |
| 6 | Borradores | 4 |
| 7 | Memoria USB /16GB | 2 |
| 8 | Kit de sensores | 5 |
| 9 | Tarjeta Arduino | 1 |
| 10 | Kit de accesorios básicos para IoT | 1 |
| 11 | Computadoras | 2 |

**Nota.** El kit de accesorios básicos para IoT contiene: resistencias, pantalla LCD, cables USB, cables jumper, DiodoLed, potenciómetros, etc.

## 1.14 PRESUPUESTO

## TABLA 3. Presupuesto

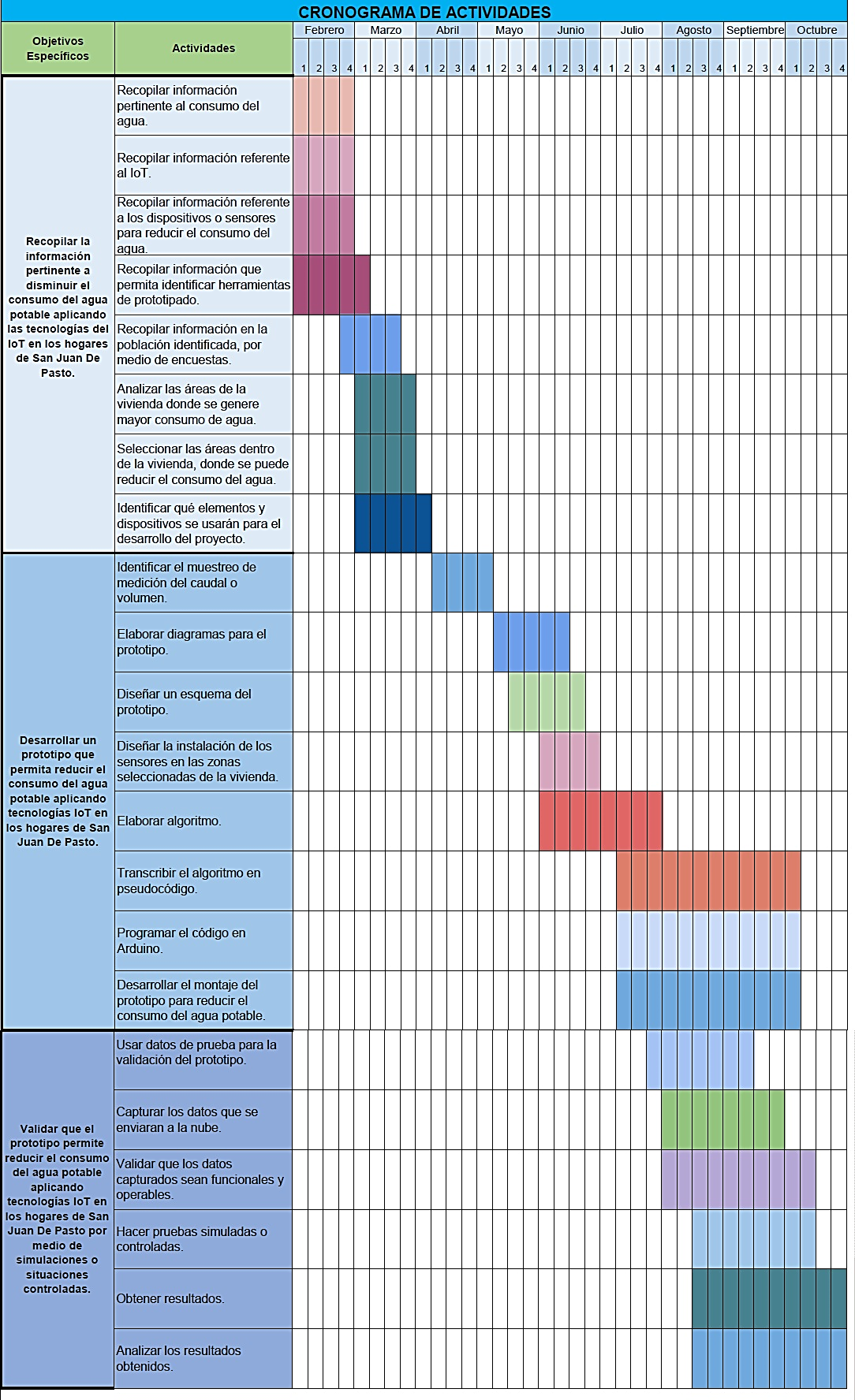
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | NOMBRE DE RECURSO | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
| 1 | Lapiceros | 6 | 700 | 4.200 |
| 2 | Lápices | 6 | 500 | 3.000 |
| 3 | Tintas para impresora | 4 | 7000 | 28.000 |
| 4 | Fotocopias | 500 | 100 | 50.000 |
| 5 | Resmas de papel | 3 | 12.000 | 36.000 |
| 6 | Borradores | 4 | 600 | 2.400 |
| 7 | Memoria USB /16GB | 2 | 16.000 | 32.000 |
| 8 | Kit de sensores | 1 | 60.000 | 60.000 |
| 9 | Tarjeta Arduino | 1 | 250.000 | 250.000 |
| 10 | Kit de accesorios básicos para IoT | 1 | 80.000 | 80.000 |
| 11 | Internet 10MB -12MB | 1 (x 9 meses) | 30.000 | 270.000 |
| 12 | Computadoras (hora) | 2 (x 9 meses) | 60.000 | 540.000 |
| 13 | Investigadores | 2 (x 9 meses) | 1.200.000 | 21.600.000 |
|  |  | **SUBTOTAL** | | **22.955.600** |
|  |  | **5% IMPREVISTOS** | | **1.147.780** |
|  |  | **TOTAL** | | **24.103.380** |

## 1.15 FINANCIACIÓN

El costo total estimado para el desarrollo de este proyecto investigativo es equivalente a $24.103.380 millones de pesos, el cual será asumido por los investigadores.

## 1.16 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se puede observar el cronograma general de actividades para llevar a cabo el desarrollo del proyecto investigativo.

TABLA 4. Cronograma de actividades

## BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Clara. Propuesta de un marco general para el despliegue de ciudades inteligentes apoyado en el desarrollo de IoT en Colombia. Colombia, 2017. 131p.Disponible en Internet: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10732/2018Aguilarclara.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARÉVALO, Angee. Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná - Boyacá. Colombia, 2018. 87p.Disponible en Internet: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4769/00004984.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CARRANZA, Yover y RÍOS, Gilberto. Sistema de control basado en iot para monitorear el sistema de bombeo de agua de hogares en Chiclayo. Perú, 2018. 84p. Tesis (Ingeniero Electrónico).Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas. Escuela Profesional De Ingeniería. Disponible en Internet: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2135/BC-TES-TMP-1005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASCAJO, María. El internet del agua, [En línea]. 2016. [Revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://empresas.blogthinkbig.com/el-internet-del-agua/

CESMAG, I.U. Áreas y líneas de investigación programa de Ingeniería de Sistemas. Colombia, 2015.

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Seguimiento a la modificación del rango de consumo básico, Noviembre de 2018 [revisado Marzo 2019]. Disponible en Internet: http://www.cra.gov.co/documents/Seguimiento-consumo-basico-Mayo-2016-junio-2018.pdf

CONSERVEMOS. El consumo de los hogares Colombianos. Conservemos, Soluciones ambientales con sentido económico [en línea], 12 de septiembre de 2017 [revisado 3 Marzo 2019]. Disponible en Internet: <https://www.conservemos.com/las-cuentas-del-agua-el-consumo-de-los-hogares-colombianos/>

ELDON Y. Li, Wen-Hsin Wang, Ying-Sung Hsu. Adopting IoT Technology to Optimize Intelligent Water Management. Taiwan. 2017, Disponible en Internet:https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=iceb2017

FUNDACIÓN AQUAE. Principales datos del agua en el mundo. 2014. Disponible en Internet: https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/

GELPUD, Álvaro. Appaga-Aplicación móvil para la sensibilización ecológica en el aprovechamiento racional de los recursos energéticos dirigida a la comunidad educativa de la Universidad de Nariño sede Torobajo. Colombia, 2019. 176p.

GUERRERO, Juan. ESTRADA, Fermín. MEDINA, Miguel. RIVERA, G. ALCARAZ, Juan. MALDONADO, Celso. TOLEDO, David. LOPEZ, Víctor, SGreenH-IoT: Plataforma IoT para Agricultura de Precisión. México. 2017, Disponible en gInternet:http://www.iiisci.org/journal/CV$/risci/pdfs/CA544SI17.pdf

INGENIO, Revista. Vol. 13, núm. 1. Colombia, 2017. p 9-20.Disponible en Internet: http://revistas.ufpso.edu.co/index.php/ringenio/issue/view/21

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0959. Colombia, 2018. 2p.

NACIONES UNIDAS. Agua. 2014. Disponible en Internet: https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html

NACIONES UNIDAS. Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Datos destacables, [en línea]. 2016. Disponible en Internet: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

NACIONES UNIDAS. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Metas, [en línea]. 2016. Disponible en Internet: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

NARVAEZ, Daniel. CÓRDOBA, Jhony. Desarrollo de un sistema de control predictivo de humedad del suelo aplicado al riego del cultivo de café. Colombia, 2016.

NORONHA, Andy. MORIARTY Robert. O’CONNELL, Kathy y VILLA, Nicola. El valor de IoT: Cómo pasar de conectar cosas a obtener información Saque partido a los análisis del perímetro. Cisco, [en línea], 2014 [Revisado 24 Mayo 2019]. Disponible en:https://www.cisco.com/c/dam/assets/global/ES/offers/datacenter/potential/dc-05-attaining-iot-value-wp-cte-es-eu.pdf

OSSEIRAN, Nada. 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. Organización Mundial De La Salud. 2017. Disponible en Internet: <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

PANTOJA, Freddy. Implementación de un sistema de monitoreo de energía eléctrica mediante la aplicación en Android “Watt monitor App” para el ahorro de consumo de energía eléctrica en viviendas de la ciudad de San Juan de Pasto. Colombia, 2015.

RUIZ, Javier F. ESQUIVEL, Karina. RODRÍGUEZ, Dora. RODRIGUEZ, María y DUARTE, Rosario. Internet de las cosas (IoT), una alternativa para el cuidado del agua. México, 2018. 13p.Disponible en Internet: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1815>

SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. Desperdicio de agua en las ciudades. El mal uso y consumo del agua es uno de los principales problemas en los entornos urbanos. 2018. Disponible en Internet: https://www.sostenibilidad.com/agua/desperdicio-de-agua-en-las-ciudades/



1. *OSSEIRAN, Nada. 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. Organización Mundial De La Salud, [en línea], 12 de julio de 2017 [Revisado 10 Marzo 2019]. Disponible en Internet: https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation* [↑](#footnote-ref-0)
2. *NORONHA, Andy. MORIARTY Robert. O’CONNELL, Kathy y VILLA, Nicola. El valor de IoT: cómo pasar de conectar cosas a obtener información Saque partido a los análisis del perímetro. Cisco, [en línea], 2014 [Revisado 24 Mayo 2019]. Disponible en Internet: https://www.cisco.com/c/dam/assets/global/ES/offers/datacenter/potential/dc-05-attaining-iot-value-wp-cte-es-eu.pdf* [↑](#footnote-ref-1)
3. *CESMAG, I.U. Áreas y líneas de investigación programa de Ingeniería de Sistemas. Colombia, 2015.* [↑](#footnote-ref-2)
4. *CESMAG, I.U. Áreas y líneas de investigación programa de Ingeniería de Sistemas. Colombia, 2015.* [↑](#footnote-ref-3)
5. *NACIONES UNIDAS. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Metas, [en línea]. Enero de 2016. [revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/* [↑](#footnote-ref-4)
6. *NACIONES UNIDAS. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Metas, [en línea]. Enero de 2016. [revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/* [↑](#footnote-ref-5)
7. *FUNDACIÓN AQUAE. Principales datos del agua en el mundo, [en línea]. Agosto de 2014. [revisado 24 Mayo 2019]. Disponible en Internet: https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/* [↑](#footnote-ref-6)
8. *SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. Desperdicio de agua en las ciudades. El mal uso y consumo del agua es uno de los principales problemas en los entornos urbanos, [en línea]. 2018. [revisado 24 Mayo 2019]. Disponible en Internet: https://www.sostenibilidad.com/agua/desperdicio-de-agua-en-las-ciudades/* [↑](#footnote-ref-7)
9. *NACIONES UNIDAS. Agua, [en línea], [revisado 23 Mayo 2019]. Disponible en Internet: https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html* [↑](#footnote-ref-8)
10. *COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Seguimiento a la modificación del rango de consumo básico, [en línea]. Noviembre de 2018. [revisado Marzo 2019]. Disponible en Internet: http://www.cra.gov.co/documents/Seguimiento-consumo-basico-Mayo-2016-junio-2018.pdf* [↑](#footnote-ref-9)
11. *NACIONES UNIDAS. Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Datos destacables, [en línea]. Enero de 2016. [revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/* [↑](#footnote-ref-10)
12. *OSSEIRAN, Nada. Agua, saneamiento y salud (ASS). Organización Mundial De La Salud, [en línea], 12 de julio de 2017 [Revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://www.who.int/water\_sanitation\_health/diseases/wsh0302/es/* [↑](#footnote-ref-11)
13. *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0959. Colombia, 2018. p.1.* [↑](#footnote-ref-12)
14. *CASCAJO, María. El internet del agua, [En línea]. 2016. [Revisado Junio 2019]. Disponible en Internet: https://empresas.blogthinkbig.com/el-internet-del-agua/* [↑](#footnote-ref-13)
15. *RUIZ, Javier F. ESQUIVEL, Karina. RODRÍGUEZ, Dora. RODRIGUEZ, María y DUARTE, Rosario. Internet de las cosas (IoT), una alternativa para el cuidado del agua, [En línea]. México, 2018. [Revisado Marzo 2019]. Disponible en Internet:* [*http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1815*](http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1815) [↑](#footnote-ref-14)
16. *GUERRERO, Juan. ESTRADA, Fermín. MEDINA, Miguel. RIVERA, G. ALCARAZ, Juan. MALDONADO, Celso. TOLEDO, David. LOPEZ, Víctor, SGreenH-IoT: Plataforma IoT para Agricultura de Precisión, [En línea]. México.2017. [Revisado Marzo 2019] Disponible en Internet:http://www.iiisci.org/journal/CV$/risci/pdfs/CA544SI17.pdf* [↑](#footnote-ref-15)
17. *ELDON Y. Li, Wen-Hsin Wang, Ying-Sung Hsu. Adopting IoT Technology to Optimize Intelligent Water Management, [En línea]. Taiwan.2017. [Revisado Abril 2019] Disponible en Internet:https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=iceb2017* [↑](#footnote-ref-16)
18. *INGENIO, Revista. Vol. 13, núm. 1, [En línea]. Colombia, 2017. p 9-20. [Revisado Abril 2019]. Disponible en Internet: http://revistas.ufpso.edu.co/index.php/ringenio/issue/view/21* [↑](#footnote-ref-17)
19. *AGUILAR, Clara. Propuesta de un marco general para el despliegue de ciudades inteligentes apoyado en el desarrollo de IoT en Colombia, [En línea]. Colombia, 2017. [Revisado Abril 2019]. Disponible en Internet: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10732/2018Aguilarclara.pdf?sequence=1&isAllowed=y* [↑](#footnote-ref-18)
20. *ARÉVALO, Angee. Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná – Boyacá, [En línea]. Colombia, 2018, [Revisado Abril 2019]. Disponible en Internet: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4769/00004984.pdf?sequence=1&isAllowed=y* [↑](#footnote-ref-19)
21. *NARVAEZ, Daniel. CÓRDOBA, Jhony. Desarrollo de un sistema de control predictivo de humedad del suelo aplicado al riego del cultivo de café. Colombia, 2016.* [↑](#footnote-ref-20)
22. *GELPUD, Álvaro. Appaga-Aplicación móvil para la sensibilización ecológica en el aprovechamiento racional de los recursos energéticos dirigida a la comunidad educativa de la Universidad de Nariño sede Torobajo. Colombia, 2019.* [↑](#footnote-ref-21)
23. *PANTOJA, Freddy. Implementación de un sistema de monitoreo de energía eléctrica mediante la aplicación en Android “Watt monitor App” para el ahorro de consumo de energía eléctrica en viviendas de la ciudad de San Juan de Pasto. Colombia, 2015.* [↑](#footnote-ref-22)