

SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO



TANIA JESSENIA CRUZ RUIZ

VALERY LOZANO MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA DE PREGRADO

BOGOTÁ 2021

SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO

TANIA JESSENIA CRUZ RUIZ

VALERY LOZANO MARTÍNEZ

DIRECTOR

FELIPE SANTA MARIA ÁLZATE

INGENIERO SANITARIO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA DE PREGRADO

BOGOTÁ 2021

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado a mis papás Alexandra y Arlex quienes con su apoyo incondicional han hecho de este proceso mucho más llevadero, a mis hermanos Nicolas y Mariana ya que espero que ellos cumplan sus sueños también y a mi novio Felipe quien en gran parte me ayudo en mi proceso educativo, por ellos estoy logrando culminar mis estudios de pregrado, gracias por apoyarme siempre y brindarme su total disposición para lograr este sueño que al final siempre será para todos, además a Dios ya que con su ayuda seguiré cumpliendo mis metas.

Tania Cruz.

Agradecimientos a Dios por el sagrado don de la vida, la facultad de soñar y los talentos y oportunidades para hacer realidad mis sueños, a mi madre Edith Martínez González por enseñarme la virtud los valores y mostrarme el camino de la Valentía, A mí padre Germán Lozano Chacón quien es mi ejemplo a seguir para continuar dando lo mejor en cada situación que se me presenté, a mis abuelitos María Flor González y Víctor Martínez quienes me motivan y acompañan en mi día a día señalándome el camino, a mis hermanas Jennifer Lozano y Kelly Lozano quienes siempre están conmigo y me levantan de cada situación y a mi tío Néstor Martínez que siempre está dispuesto para apoyarme en mi proceso.

Valery Lozano

Contenido

1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCIÓN	7
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
4. HIPÓTESIS	10
5. MARCO TEÓRICO	12
5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	12
5.2 DIMENSIÓN AMBIENTAL	13
5.3 RED HIDROGRÁFICA	13
5.4 EDUCACIÓN Y ECONOMÍA	18
6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
6.1 OBJETIVO GENERAL	19
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
7. ANTECEDENTES – ESTADO DEL ARTE	19
8. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	23
9. INVESTIGACIÓN	24
9.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	24
9.2 INVESTIGACIÓN EN CAMPO	28
9.2.1 GENERALIDADES	28
9.2.2 DIAGNÓSTICO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	29
9.2.3 ESQUEMA DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA PTAP	30
10. DISEÑO DE PROTOTIPO	37
10.1 PROTOTIPO	39
10.2 MATERIALES	40
10.2.1 ARDUINO	40
10.2.1.1 POTENCIA USB (1) / CONECTOR DE ADAPTADOR (2)	42
10.2.1.2 PINES	42
10.2.1.3 BOTON DE REINICIO	43
10.2.1.4 INDICADOR LED DE ALIMENTACIÓN	43
10.2.1.5 LEDS RX TX (12)	43
10.2.1.6 MICROCONTROLADOR (13)	44
10.2.1.7 REGULADOR DEL VOLTAJE (14)	44
10.2.1.8 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04	45

10.3	COSTOS DE PROTOTIPO	46
11.	APLICACIÓN	47
11.1	APLICACIÓN INTERFAZ	47
11.2	FUNCIONAMIENTO APLICACIÓN	48
11.3	APLICACIÓN DE ESCRITORIO PRORAMACIÓN	49
12.	PUESTA EN MARCHA	51
13.	ANÁLISIS	59
14.	CONCLUSIONES	66
15.	RECOMENDACIONES	67
16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
17.	ANEXOS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Ubicación Nocaima Cundinamarca https://www.municipio.com.co/municipio-nocaima.html	12
Ilustración 2	Diseño de implementación Fuente propia	23
Ilustración 3	Acueducto Municipal de Nocaima http://www.nocaima-cundinamarca.gov.co/eot-192691/plano-2a-red-de-acueducto-casco-urbano-municipio-de	29
Ilustración 4	Esquema del proceso de potabilización de agua en la PTAP “La Laja” Fuente propia	30
Ilustración 5	Tablero Arduino Uno https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno	40
Ilustración 6	Partes tablero Arduino Uno https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno	44
Ilustración 7	Sensor Ultrasónico HC-SR04 https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno	45
Ilustración 8	Prototipo Final fuente propia	46
Ilustración 9	Materiales Mercado Libre https://www.mercadolibre.com.co/	46
Ilustración 10	Interfaz aplicación GUIMedidorTanque Fuente propia	47
Ilustración 11	Código Aplicación Fuente propia	48
Ilustración 12	Código Aplicación Fuente propia	49
Ilustración 13	Código aplicación Fuente propia	50
Ilustración 14	Código aplicación Fuente propia	50
Ilustración 15	Código Aplicación Fuente propia	51
Ilustración 16	Armado de prototipo Fuente propia	52
Ilustración 17	Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia	52
Ilustración 18	Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia	52
Ilustración 19	Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia	52
Ilustración 20	Segunda prueba Municipio de Nocaima Fuente propia	53
Ilustración 21	Segunda prueba Municipio de Nocaima Fuente propia	53
Ilustración 22	Tercera prueba Planta de tratamiento Nocaima Cundinamarca Fuente propia	54

Ilustración 23 Tercera prueba Planta de tratamiento Nocaima Cundinamarca Fuente propia54

1. RESUMEN

La presente tesis desarrollada consiste en el diseño, fabricación e implementación de un sistema de control y monitoreo del nivel de agua de los tanques de abastecimiento del Municipio de Nocaima Cundinamarca. El monitoreo se realiza mediante un sensor ultrasónico conectado a una aplicación de escritorio compatible con sistema Windows, este sensor recopila información que se utiliza para generar seguimiento de datos y estadísticas del control del recurso hídrico, además de generar una alerta del llenado total de los tanques para así no generar desperdicio de este ni seguir afectando el medio ambiente.

Palabras clave: Sensor ultrasónico, recurso hídrico, medio ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

Ante la problemática ambiental es evidente la necesidad de administrar los recursos naturales de una manera más efectiva, optimizando la obtención de ellos, de manera que surge la idea de controlar el suministro de recursos hídricos en las poblaciones más alejadas del país, pero, no solo estamos hablando de departamentos como la guajira o la amazonia sino de sectores o poblaciones aisladas en el eje rural aledañas a las ciudades más importantes. En múltiples estudios realizados por el DANE, en las grandes ciudades están presentes las plantas de tratamiento que permiten suministrar el recurso hídrico; sin embargo, estas no abarcan una totalidad de su tratamiento como sucede en Bogotá y en un denso grupo de poblaciones carecen caso en su totalidad de una red de abastecimiento de agua potable. Más que la falta de recurso hídrico que se presente, también hay un mal manejo en la forma como es administrada, ya que,

gracias a la ubicación privilegiada de nuestro país, es posible encontrar en nivel freático a bajas profundidades lo que nos permite entender la posición favorecida en la que nuestro país está en torno a este recurso, sin embargo, por temas de administración política no es aprovechada de la mejor manera.

Como una medida de administración se están realizando pruebas con un sistema ultrasónico que permita cuantificar de una manera adecuada los volúmenes hídricos extraídos de diversas fuentes hídricas, y es aquí donde partimos de un echo simple y es que dispositivos que midan esto valores existen en gran variedad. No obstante, presenta algunas singularidades que no son fáciles de manipular, requieren de algún tipo de preparación, su costo es elevado, deben estar en contacto con el fluido etc. Características que para una planta de tratamiento son mínimas dado que la preparación, construcción y puesta en funcionamiento es un desafío más grande, pero para municipios pequeños en vía de desarrollo, veredas, poblaciones vulnerables etc. Se hacen obstáculos de consideración, partiendo de estos antecedentes consideráramos que el dispositivo ideado debía cumplir con una lista de requisito. Ser efectivo en la toma de datos. Fácil de manejar. Económico. No debe tener contacto con el agua. Con estos puntos logramos la construcción de un prototipo que nos permite obtener lecturas de volumen a partir de ondas de sonido que a partir de ecuaciones simples como la de M.U.A y datos establecidos como la velocidad del sonido y las características del recipiente a llenar los valores de volúmenes. (Ortiz Manuel, 2018).

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad según el informe del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C el agua es el elemento más frecuente en la tierra cuyo 70% de su superficie está cubierto de agua, donde el 97,5% es agua salada y el 2,5 % es agua dulce, teniendo en cuenta que de ese porcentaje de agua dulce el 70% son glaciares, nieve o hielo, casi el 30% se encuentra en aguas subterráneas de complejo acceso y menos del 1% es agua para el consumo humano y los ecosistemas; a partir de lo anterior se ha establecido una preocupación mundial por los recursos naturales y como este con el pasar de los tiempos va incrementando la escasez de cada uno de estos, por tanto para el presente trabajo el recurso natural a trabajar será el agua, por consiguiente se evidencian factores que hacen que la problemática de escasez en el recurso hídrico disminuya los porcentajes anteriormente mencionados estos debido a: La mala gestión refiriéndose a que es un derecho económico, social y cultural en donde el abastecimiento debe ser colectivo, de igualdad y calidad por parte del Estado, otra donde se encuentran problemas en los entornos urbanos y rurales de un mal uso y consumo de esa demanda, de igual forma el Plan de Contingencia 2020 de la Empresa de Servicios del Gualivá para el Municipio de Nocaima indica lo siguiente “Colombia y parte del Departamento de Cundinamarca ha presentado una alta inestabilidad climática, el fenómeno de La Niña que provoca inundaciones, vendavales, avalanchas perjudicando la continuidad y calidad en la prestación del servicio que hace la empresa de Servicios del Gualivá y por otro lado el fenómeno del Niño con temperaturas que afectan el recurso hídrico llevando a la empresa EMSERGUALIVA a S.A.S a realizar racionamientos temporales.

Según los pronósticos por el IDEAM estos fenómenos se seguirán presentando, por lo anterior La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres —UNGRD, dando cumplimiento al objetivo de dirigir la implementación de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, establece las acciones que se deben ejecutar en materia de prevención y preparación, ante la posibilidad de presentarse el Fenómeno El Niño 2018 - 2019 para esto se hace necesario iniciar la implementación de los Planes de Contingencia Departamentales, Municipales y/o Distritales y así lo indica la empresa prestadora de Servicios Gualivá.

Por esta razón es necesario adoptar medidas para evidenciar fallas en el funcionamiento del sistema de acueducto y alcantarillado puesto que la optimización y distribución del recurso hídrico debe prevalecer en el futuro, de este modo este proyecto intervendrá en el municipio de Nocaima Cundinamarca partiendo de que es un municipio parcialmente alejado, que es poca la intervención de muchas entidades allí y que se presentan circunstancias anteriormente mencionadas; este proyecto apoyará a evidenciar las problemáticas que se presentan en el sistema de abastecimiento del municipio por consiguiente será más fácil brindar una solución ya sea mediante la empresa prestadora de Servicios Gualivá o con la ayuda del prototipo y la aplicación planteada por este proyecto dado que el prototipo brindará diversas soluciones.

4. HIPÓTESIS

Ante la problemática del recurso hídrico es evidente la necesidad de administrar los recursos naturales de una manera más efectiva, optimizando la obtención de ellos, de manera que surge la idea de controlar el suministro de recursos hídricos en las poblaciones más alejadas del país, según el Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales

Renovables en Colombia 2008 indica como se ha venido desfavoreciendo el recurso hídrico y ha traído consigo aspectos dramáticos; para este documento se estimara el último en el que señala “La verdadera tragedia de esta crisis es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres”, poblaciones que están aledañas de las grandes ciudades; Según evaluaciones del IDEAM cerca del 50% de la población Colombiana que vive en las áreas urbanas municipales está expuesta a sufrir problemas de suministro de agua, para esto como medida de administración para garantizar la reserva de este recurso se encuentran los tanques de almacenamiento con la función de almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente a una población, sin embargo en las zonas rurales se evidencian problemas de desabastecimiento debido a factores como sequías, falta de mantenimiento en las estructuras, avenidas torrenciales, desperdicios de agua, colapsos en la infraestructura etc.

En la actualidad la tecnología permite mitigar varias problemáticas de distintas maneras y así hacer un adecuado control de distintas variables obteniendo datos necesarios para la toma de decisiones, por lo anterior se buscan alternativas de optimizar el manejo y la distribución del recurso hídrico en el municipio de Nocaima Cundinamarca mediante un sensor ultrasónico en tanques de almacenamiento que permita establecer con certeza en tiempo real el volumen de agua disponible en ese momento.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Nocaima está localizado al Noroccidente de Bogotá a una distancia de 48 Km por la vía Bogotá-Medellín, se ubica en la Provincia de Gualivá específicamente en el departamento de Cundinamarca. La extensión territorial es de 69 km². el área rural cuenta con 66 km² y el área urbana con 3 km². El municipio de Nocaima se encuentra a una altitud de 1200 m.s.n.m en la cabecera municipal, su temperatura media es de 24°C y su precipitación anual es aproximada a 1760 m.m. °C. El municipio de Nocaima limita de la siguiente manera, Norte: Municipio de Nimaima y Vergara, Oriente: Municipios de Vergara y la Vega, Sur: Municipios de la Vega y Sasaima, Occidente: Municipios de Villeta y Nimaima. (Información general de Nocaima- Alcaldía del Municipio 2015).

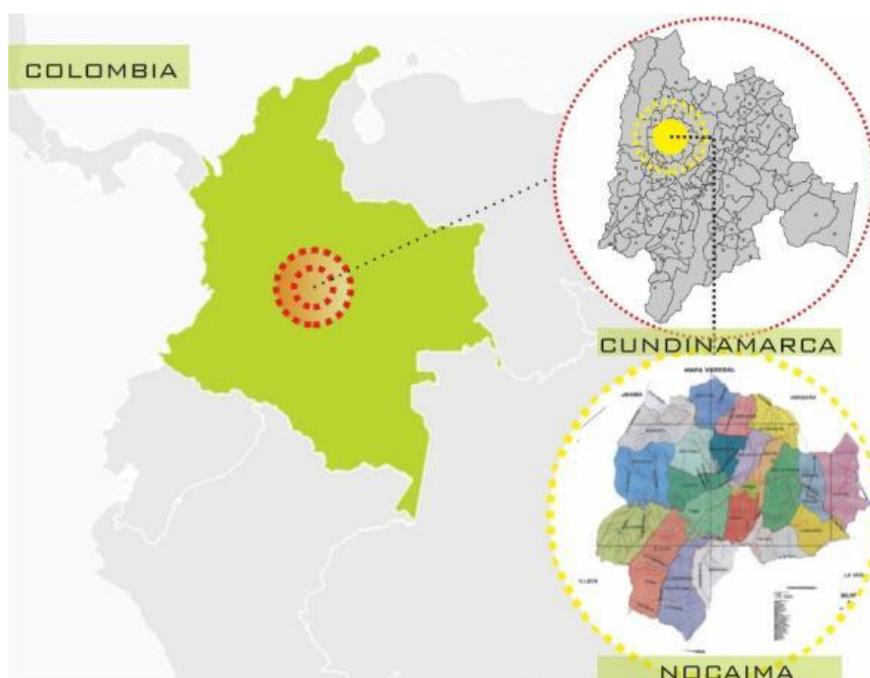


Ilustración 1 Ubicación Nocaima Cundinamarca <https://www.municipio.com.co/municipio-nocaima.html>

5.2 DIMENSIÓN AMBIENTAL

El material litológico predominante en el municipio es capaz de aportar nutrientes al suelo, pero su capacidad productiva es limitada por su pendiente, profundidad del suelo y sus niveles de erosión. Presenta grandes deficiencias al momento de soportar infraestructuras por el predominio de arcillas. El territorio se encuentra fraccionado por cuatro fallas geológicas importantes, que se traducen en áreas de alta inestabilidad y de riesgos para el municipio, por lo que es conveniente, declarar las zonas que afecta como de reserva forestal. El paisaje predominante es la colina, caracterizadas por pendientes del 25- 50 % y mayores. La clasificación agrológica de los suelos indica que son de baja productividad, ya que pertenecen a las clases IV, VI y VII, que presentan limitaciones, por pendiente, fertilidad, profundidad efectiva, entre otros, pero que con prácticas adecuadas de manejo y conservación principalmente en las clases IV y VI, es posible establecer cultivos de tipo tradicional y semi – intensivo.

La cobertura vegetal predominante en el municipio es el cultivo de la caña, que protege el suelo contra la erosión y a la susceptibilidad de deslizamientos, pero por otro lado altera las condiciones físicas y químicas de los suelos.

5.3 RED HIDROGRÁFICA

Esta pertenece a la hoya hidrográfica del Río Negro y a la cuenca media del río Tobia; y a la subcuenca compartida de la Quebrada de El Tigre, que pertenece a la cuenca hidrográfica del Río Pinzaima. La cuenca media del río Tobia, en el municipio de Nocaima está conformada por varias subcuencas y drenajes directos. Dentro de las subcuencas sobresalen: subcuenca de la quebrada Moya, de la quebrada San Juanito, de la quebrada Natautá y subcuenca de la quebrada Curazao; y drenajes directos como: quebrada El Batatal; quebrada los Morenos, quebrada

Canoas, quebrada del Guadual y quebrada Santa Helena. Los patrones de drenaje más prevalecientes son subdendrítico y subparalelo. Siendo este último muy propenso a presentar erosión laminar y por surcos especialmente en áreas demarcadas con la clase agrológica IV-VII. El 50% de la cuenca del río Tobia cuenta con una pendiente del 25% al 50%, la zona más plana corresponde a la zona del valle del río Tobía con pendientes menores al 12%. La cabecera municipal se encuentra ubicada en pendientes del 12% al 25%.

La actividad económica más sobresaliente en la cuenca es el cultivo de la caña panelera y la elaboración de la panela, adicionalmente se presentan otras actividades como el cultivo del café, cítricos, maíz. Se dedican a la ganadería en pequeña escala y a la piscicultura. Gran parte de la cuenca cuenta con vegetación de rastrojo y un porcentaje del 3.5% en vegetación de bosque secundario. Los principales problemas que se presentan en la cuenca son la deforestación, la contaminación de las aguas, debido a las basuras y desechos que se arrojan al río Tobia, también por el mal manejo de las letrinas y el vertimiento de las aguas negras del casco urbano y del centro poblado Tobia Chica, así como la contaminación que viene de San Francisco y La Vega, que vierten sus aguas servidas del casco urbano sobre el río Tobia. Adicionalmente se presenta la extracción de material pedregoso del lecho del río Tobia. En época de verano, muchas quebradas disminuyen su caudal, debido a que los pobladores toman sus aguas directamente de las corrientes hídricas y a la falta de vegetación en los nacimientos y a lo largo del cauce de las quebradas. La deforestación se debe principalmente al uso indiscriminado de la madera como combustible para los trapiches, las quemadas y rocerías para el establecimiento de cultivos transitorios y/o semipermanentes. A continuación, se hace una descripción general de las subcuencas del río Tobia, presentes en el municipio de Nocaima:

- Subcuenca Hidrográfica de la Quebrada Natautá Esta subcuenca hidrográfica del río Tobia es la de mayor extensión en el municipio contando aproximadamente con 1.184,62 Ha, que corresponde al 17.17% del área municipal. Limita por el norte y el este con el municipio de Vergara, por el sur con el municipio de la Vega y por el oeste con la divisoria de aguas del río Tobia. La quebrada Natautá sirve de límite con el municipio de la Vega. Corresponden a esta subcuenca las veredas de El Fical, Cañutal, Lomalarga y parte de la vereda Volcán. Esta subcuenca es compartida con los municipios de Vergara y la Vega, pero pertenece a la cuenca del río Tobia. Los principales afluentes que se encuentran en Nocaima son las quebradas Salsipuedes, que es el límite municipal con Vergara, cuyos afluentes son la Q. El Chifladero, El Bosque, Los Altos y El Bosque; y la quebrada Cañutal, cuyos afluentes son la Q. Guarupal, Chiguachi, El Coto y Caliche; existen otras corrientes menores que también desembocan en la quebrada Natautá. Esta subcuenca se caracteriza por presentar pendientes del 25-50% y mayores del 50% en gran parte de la zona que corresponde al municipio de Nocaima, gran parte de la cuenca se encuentra en pastos y rastrojos, aunque sobresalen cultivos como la caña panelera, el café y otros cultivos menores de pan coger. Los principales problemas que se presentan en la cuenca de la quebrada Natautá son la deforestación y la contaminación del agua. La quebrada Natautá, es una de las fuentes del acueducto de la zona urbana del municipio de Nocaima, que capta el agua por el sistema de bombeo, para suplir las necesidades de agua para consumo humano del casco urbano y de los predios rurales ubicados en la zona de la Autopista Medellín, en época de verano principalmente.
- Subcuenca hidrográfica de la Quebrada San Juanito Esta subcuenca tiene una extensión de 12.560,26 Ha, que corresponde al 18.20% del territorio municipal. Limita por el norte

con la divisoria de aguas de la quebrada del tigre, por el este con la divisoria de aguas de la quebrada La Moya, por el sur con el río Tobia y por el oeste con la divisoria de aguas de la quebrada Cural. Pertenecen a esta subcuenca las veredas San Pablo, San Agustín, San Juanito, Vilauta, Tobia y parte de la vereda Centro. Adicionalmente el Centro Poblado de Tobia Chica, sobre la Autopista Medellín en la vereda Tobia. Sus principales afluentes son la quebrada San Jorge, Caliche, Tumbamuches, El Playón y quebrada de la Hoya. En esta subcuenca se encuentra la Laguna del Vergel. En esta subcuenca se encuentra aún bosques secundarios, sobresaliendo la reserva forestal municipal de la Rochela, se puede considerar como una de las subcuencas mejor conservadas en el municipio en cuanto a vegetación. El uso predominante en la subcuenca es la caña panelera, seguido por los bosques secundarios, el café, los cítricos, rastrojos y pastos. Cuenta con pendientes que van desde el 7% hasta mayores del 50%, con un predominio de pendientes del 25-50%. Los principales problemas de la subcuenca son la deforestación de los cauces de las quebradas, la disminución de los caudales. Se presentan problemas de deslizamientos y de inundación antes de desembocar al río Tobia. En la quebrada El Playón se presentan problemas de inestabilidad y de encharcamiento en el punto donde la quebrada cruza la vía que conduce a la Vereda San Pablo. Adicionalmente se tiene un punto de contaminación en el centro poblado de Tobia Chica, ya que este no cuenta con planta de tratamiento para aguas residuales depositándolas directamente al río Tobia.

- Subcuenca hidrográfica Quebrada la Moya Esta subcuenca tiene una extensión de 922.15 Ha que corresponden al 13.36% del territorio municipal. Limita por el norte con la divisoria de aguas de la quebrada El Tigre, por el este con la divisoria de aguas de la

quebrada Natautá, por el sur con el río Tobia y por el oeste con la divisoria de aguas de la quebrada San Juanito. Pertenecen a esta subcuenca las veredas San Cayetano, Jagual, Centro y parte de las veredas Volcán y Tobia. En esta subcuenca se encuentra ubicado el casco urbano municipal. La cobertura predominante es el rastrojo, seguido por la caña panelera, los cítricos, el café, bosques secundarios y pastos. Cuenta con pendientes que van desde el 7% hasta mayores del 50%, siendo la pendiente predominante entre el 25% y el 50%. Esta subcuenca presenta problemas de inestabilidad sobre la quebrada de la Moya en los límites con el casco urbano, problemas de contaminación por parte del Matadero municipal que vierte sus residuos líquidos y sólidos, en la quebrada el Matadero y las aguas servidas del casco urbano. Se presenta deforestación y quema de los restos de bosques natural y de las zonas de rastrojo.

Subcuenca Hidrográfica de la Quebrada del Tigre La subcuenca hidrográfica de la quebrada del Tigre tiene una extensión aproximada de 1.164.72 Ha, que corresponden al 16.88% del área municipal. Se encuentra localizada en la parte norte del municipio, limitando por el norte con el municipio de Nimaima, por el este con el municipio Vergara, por el sur con la divisoria de aguas del río Tobia y por el occidente con el municipio Nimaima. La quebrada del Tigre nace en el Alto de Puerta Grande, sirve de límite municipal con Vergara y Nimaima; por tanto, se considera como una subcuenca compartida, que pertenece a la cuenca Hidrográfica del río Pinzaima. La parte de la subcuenca de la quebrada del Tigre, que corresponde a Nocaima, está conformada por varios afluentes donde los más importantes son: quebrada Guacharaca, quebrada San José y otras corrientes menores. En esta subcuenca se presenta el mismo fenómeno mencionado anteriormente, la disminución de sus caudales principalmente en época de verano. Esta subcuenca se

caracteriza por presentar pendientes entre el 25% y 50% y mayores del 50%. El uso predominante es el cultivo de la caña panelera, seguido del café, maíz, rastrojos, pastos y relictos de bosques secundario. Los problemas que se presentan en la subcuenca son principalmente el mal manejo que se da a los nacimientos de las quebradas principalmente la del Tigre, igualmente en la tala y quema de los bosques y zonas de rastrojos para utilizarlos como combustible en los trapiches. (Plan municipal de gestión del riesgo de desastres-CMGRD Consejo municipal para la gestión del riesgo de desastres 2012).

5.4 EDUCACIÓN Y ECONOMÍA

El municipio de Nocaima cuenta con dos instituciones educativas la Institución Educativa Colegio Departamental Integrado y la Institución Educativa Departamental Escuela Normal Superior Nocaima, especializada en la formación de docentes.

La principal actividad económica que se desarrolla en el municipio es el cultivo de la caña de azúcar y la elaboración de la panela, la cual tiene un proceso artesanal en múltiples enramadas situadas a lo largo del municipio y cuya comercialización se realiza básicamente los fines de semana en el municipio; la mayor parte de su producción es desplazada a la capital.

También hay cultivos alternos, aunque en menor cantidad, destacándose básicamente los frutales, el plátano, el café y algunas legumbres y hortalizas que son en su mayoría para autoconsumo. La avicultura, la piscicultura, Capri cultura y la cría de ganado porcino y vacuno vienen en continuo aumento, mejorando las oportunidades nutricionales para la población. El comercio y las pequeñas industrias también enmarcan un ítem importante en el municipio. (Información general de Nocaima- Alcaldía del Municipio 2015).

6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el manejo y la distribución del recurso hídrico en el municipio de Nocaima Cundinamarca mediante un sensor ultrasónico en tanques de almacenamiento que permita establecer con certeza en tiempo real el volumen de agua disponible en ese momento.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evidenciar si existen fallas en la bomba mediante graficas de curva de llenado y curva de vaciado.
- Realizar una aplicación para la verificación de los resultados del prototipo “Sensor ultrasónico”.
- Analizar los resultados obtenidos de los municipios de Nocaima Cundinamarca.

7. ANTECEDENTES – ESTADO DEL ARTE

La era tecnológica tiene un fuerte impacto en las generaciones del mundo y se aceleró debido a la contingencia sanitaria por la cual estamos pasando, hoy en día hay una respuesta en común a nivel mundial sobre los tiempos de cambios que estamos viviendo y la manera en la que se está afectando el sector industrial, esto ha hecho que los procesos que manejábamos en el mundo físico los manejemos a través de la internet, donde se requieren sensores, plataformas electrónicas y plataformas de software, enlazados mediante las tecnologías de comunicación.

Con la ayuda de estas nuevas tecnologías surge el cómo utilizarlas para ayudar a los procesos y realizar controles y monitoreos entre ellos el uso del recurso hídrico mundial, ya que esta es la

constante preocupación que se genera hacia la escasez de agua presentando un problema a la población mundial.

El primer trabajo corresponde a Ortiz, M., (2018). Sistema de monitoreo del suministro y almacenamiento de agua a través de una aplicación móvil en la vereda Córdoba bajo, finca Rincón Santo. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. Esta tesis tiene por objeto monitorear mediante una aplicación móvil la captación y suministro del agua en una finca en el municipio de Chiquinquirá ya que en las zonas rurales no se realizan dichos monitoreos y por la importancia que presenta el recurso natural para el desarrollo del departamento de Boyacá. Para este proceso se diseña un monitoreo usando elementos de bajo costo y con bajo consumo energético, mitigando el tiempo de desplazamiento y cambio de las mangueras cuando los tanques se llenan mediante un sistema de comunicación inalámbrica adquirida por los sensores, además de ellos la implementación de celdas fotovoltaicas que se encargan de alimentar los dispositivos inalámbricos. Todo esto se visualizará mediante una aplicación para dispositivos Smart, con una interfaz de uso convencional facilitando las decisiones al momento de las inversiones de cultivos o compra de ganado.

Se implemento el dispositivo de toma de datos por medio de sensores o interruptores de flotador y sensores de ultrasonido para la toma de medidas y alturas del agua, uso de válvulas para el paso de los fluidos, la implementación de la automatización y control donde se mejoran los tiempos y movimientos dentro del proceso, un microcontrolador que es un dispositivo integrado para ejecutar las tareas básicamente como una CPU, el sistema SCADA para supervisar, controlar y administrar los datos dentro del software, Comunicaciones inalámbricas ZIGBEE que brinda bajo consumo y largas distancias para el envío de datos a una gran cantidad de

dispositivos y la entra final de una aplicación con interfaz sencilla donde se puede evidenciar las válvulas para poderlas accionar o cerrar.

El segundo trabajo corresponde a Silva, F., Caballero, F., Silva, E., Rosas, C., y Velásquez, I., (2018). Caracterización de la función de transferencia del llenado de un tanque, aplicando un sistema IoT, Conformado por un sensor ultrasónico, la plataforma Arduino y una aplicación móvil. *Pistas Educativas* (40), 1-19. En este artículo se presenta la caracterización en un sistema de nivel de un tanque de agua lo cual, por medio de un Arduino con Bluetooth, envía datos a un dispositivo móvil, con estos datos se diseñó una plataforma MIT App inventor 2.

Con la plataforma IoT lograron realizar el manejo de los datos y cargarlos a una nube guiándose de la filosofía de la industria 4.0 que consiste en organizar todos nuestros medios productivos, uniendo el mundo real y virtual es decir utilizando todas las nuevas tecnologías para hacer más eficientes los procesos. Con esos procesos implementaron unos métodos para controlar el sistema por medio de la plataforma libre de Arduino Nano 3.0 ya que facilita el desarrollo de un sistema mecatrónico, también implementaron el uso de un sensor ultrasónico HC-SR04 con el cual se puede detectar los objetos, distancia o nivel. Además, un bombillo led para indicar desde el momento que se toman los datos hasta el momento que se detiene cuando este se apaga dejándolos guardados en el dispositivo móvil, lo último fue el uso de un módulo de Bluetooth de fácil integración con el Arduino. El proceso de los datos fue instaurando en la modalidad C++, luego llevado a un sistema operativo compatible con la tecnología Android realizada con la herramienta de programación MIT App inventor 2, con la toma de estos datos se podía ver en el sistema de la aplicación la capacidad de agua que tenía el área donde se tendría el agua, la distancia y el tiempo en simultaneo.

El tercer trabajo corresponde a Hualpa, J., y Hubby, S. (2016). Diseño, simulación e implementación de un prototipo de medición de niveles de líquidos mediante técnicas de control difuso utilizando sensores ultrasónicos. Escuela profesional de ingeniería electrónica, Lima, Perú. Esta tesis tiene por objeto apoyar las industrias de embotellado y bebidas, controlando los niveles en los tanques en el momento del llenado y vaciado generando una ayuda al operario en la visualización de todo el proceso. Con esto lograr cambio en los procedimientos que se hacen de forma manual incluyendo las nuevas tecnologías en este proceso.

Para el desarrollo utilizan un sensor ultrasónico que detectan roces mecánicos, objetos a distancias hasta de 8 metros, este sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar, estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y diferentes materiales. El problema que llegan a presentar son las zonas ciegas y las falsas alarmas. La zona ciega la definen como la zona comprendida entre el lado sensible del detector y el alcance mínimo en que ningún objeto puede detectarse de forma fiable. Con el sensor hallaron el volumen del líquido a través de las distancias que hay entre la tapa del tanque y el líquido usando el sensor HC – SR04. Como método principal para el control de los niveles incluyeron un difusor el cual ellos mismo programaron. Con la toma de los valores se utilizó un microcontrolador que procesa las entradas y salidas para observar los procesos en una interfaz gráfica que muestra en tiempo real el llenado de líquidos, así como un cronometro que da el tiempo de llenado y los lleva a un formato Excel los cuales el operario tendrá control y se puede llegar a la toma de decisiones como activar las válvulas de entrada y salida.

Con el objeto de apoyar al Municipio de Nocaima, para el presente trabajo se llevará a cabo la investigación respectiva a las problemáticas que se evidencien, esto se hará con la ayuda de la

documentación dada por las Alcaldías respectivas de cada municipio, por la Empresa de Servicios de Gualivá y por la investigación respectiva de este proyecto.

Es necesario recalcar que se debe asegurar una prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, de manera puntual se refiere a la calidad, cobertura y continuidad ante eventualidades de mala gestión económica, social y cultural, también del mal uso y consumo del recurso hídrico y ante un evento natural de fuerza mayor; acorde a lo anterior la Ley 373 de 1997 del Ministerio de Ambiente “establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua en la cual tiene como fin que las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, elaboren y adopten proyectos y acciones enfocados en el buen uso del recurso hídrico y en la protección del mismo”, se evidencia en este texto la intención de promover proyectos que favorezcan el mejoramiento cualitativo y cuantitativo del agua que por supuesto corroboran las demás razones enunciadas como sustento de nuestro proyecto.

8. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

A continuación, se dará a conocer la estructura de trabajo de campo que se empleó para este proyecto de investigación en el municipio de Nocaima Cundinamarca, para esto se llevó a cabo la siguiente metodología (**Ilustración 2 Diseño Implementación**).



Ilustración 2 Diseño de implementación Fuente propia

Para dar inicio al diseño metodológico se realizó una investigación documental con la ayuda de la Empresa de Servicios del Gualivá quien está a cargo del sistema de acueducto y alcantarillado del Municipio. Para la investigación de campo se realizó una visita a la Planta de tratamiento de Agua Potable y al sistema que lo compone para así recopilar la información del sistema de la planta de tratamiento sobre el manejo y distribución del recurso hídrico actual, control de los tanques de almacenamiento ejecutando desde el comienzo y durante el desarrollo del proyecto la cualificación de estos procesos para dar alcance al prototipo que se diseñó. Segundo se explicó el proceso de la realización del prototipo (Sensor Ultrasónico) que se obtuvo y para que servirá en el proyecto, de igual manera se realizó el procedimiento de la aplicación y su funcionamiento compatible con sistema Windows, esta aplicación permite obtener una información gráfica y cuantitativa de flujos y volúmenes de llenado durante los días, meses o épocas del año; tercero se procede a la implementación de estas herramientas en los municipios a tratar el cual será la puesta en marcha en la Planta de Tratamiento de Agua Potable con el fin de tomar los datos, obtener gráficas y realizar los análisis correspondientes dando alcance a los objetivos planteados en el proyecto. Por último, se realizó una entrega sustentable a la Empresa de Servicio Gualivá de Nocaima junto con la presencia del alcalde el Sr Juan Carlos Vasquez Arias para hacer entrega del Prototipo y la Aplicación.

9. INVESTIGACIÓN

9.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.

Mediante correo electrónico el 12 de Marzo 2020 se remite (**Anexo 1 Solicitud Información**), en el cual se solicita a la Empresa de Servicios Gualivá la información del sistema de tratamiento de Agua Potable del municipio de Nocaima Cundinamarca, con efectividad y colaboración es

remitida la información (**Anexo 2 Entrega información**) junto con el Plan de Contingencia del año 2020; una vez recibida la información se obtiene:

La Empresa de Gualivá indica (...) “ La dimensión del tanque de almacenamiento y distribución es de 250 m³, el tanque de almacenamiento se encuentra en regulares condiciones ya que la infraestructura fue construida en el año 1982, en la actualidad nos encontramos dentro de un programa de optimización de la infraestructura en conjunto con empresas públicas de Cundinamarca, la población que se beneficia con el servicio es aproximadamente 3.300 habitantes solo casco urbano ya que la empresa no maneja sector rural, la problemática más grave que presentamos es el desabastecimiento en las épocas secas, ya que todas nuestras fuentes por gravedad dejan de abastecernos la cantidad de agua necesaria para el suministro del servicio, por esta razón nos vemos obligados a utilizar un sistema de bombeo que nos permite cumplir con el servicio pero en días y horarios distintos establecidos para cada uno de los barrios. (...)”. En respuesta a la solicitud la empresa de Servicios Gualivá adjunta el **PLAN DE CONTINGENCIA PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO EN EL MUNICIPIO DE NOCAIMA, CUNDINAMARCA EN CASOS DE EMERGENCIA 2020**; Analizando el Plan de Contingencia se identifican algunas amenazas en el Municipio de Nocaima que pueden afectar el sistema de tratamiento de agua potable, entendiéndose el termino de Amenaza a “ probabilidad de que un fenómeno de origen natural o humano, potencialmente capaz de causar daño y generar pérdidas, se produzca en un determinado tiempo y lugar. Por su origen pueden ser naturales, socio- -naturales o antrópicas, aunque realmente la línea que las separa es demasiado frágil y realmente es difícil hacer una distinción entre estas” (Plan contingencia, 2020).

ORIGEN	AMENAZA	FRECUENCIA DE LA AMENAZA	POSIBLES EFECTOS
Natural	Inundaciones	No se ha presentado	Daños en las bocatomas Taponamiento por material de arrastre.
	Remoción de masa	Año 2011 y 2012	Taponamiento por acumulación de material como lodo y piedras.
	Avenidas torrenciales	El 1 de abril de 2011 en la cuenca alta de la quebrada El Togra y San Cayetano afectando la bocatoma del tigre.	Taponamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado por material de arrastre
			Ruptura de tuberías de sistemas de acueducto y alcantarillado que se encuentren expuestas a cuerpos de agua
	Sequías	Esta amenaza se intensifica en época de ausencia de lluvias. (Fenómenos del niño).	Reducción de caudales de las fuentes abastecedoras.
			Acumulación de materiales sólidos en los alcantarillados.
	Sismos	La ubicación del municipio de Nocaïma en zona de pie de monte llanero en la cordillera oriental lo que conlleva a que su ubicación alcance a ser afectada por la falla geológica.	Escape de aguas residuales domésticas.
			Fisuras o daños en las bocatomas. Fisuras en las plantas de tratamiento de agua potable o residual. Fisuras de tuberías del sistema de acueducto y alcantarillado.
			Destrucción total o parcial sobre todas las partes que componen el sistema de acueducto y alcantarillado. Fisuras en los tanques de almacenamiento de agua potable.
	Incendios	Esta amenaza se intensifica en época de ausencia de lluvias.	Destrucción de los componentes de acueducto y alcantarillado que se encuentren expuestos al incendio.
Explosión de tuberías por gases acumulados.			
Desertificación		Desecamiento de fuentes abastecedoras.	
		Disminuciones de caudal, generando situaciones de desabastecimiento	
Colapsos en la infraestructura		Destrucción de los componentes del sistema.	
	Falta de mantenimiento de infraestructura	Pérdidas de agua y por tanto mayor requerimiento de agua en captaciones.	
		Reducción del caudal de prestación de agua potable a los usuarios.	

Tabla 1 Amenazas en el sistema de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Nocaïma
Fuente Plan de contingencia Nocaïma Cundinamarca.

En el Plan de Contingencia del Municipio de Nocaima Cundinamarca se señala lo siguiente “Según reporte a enero de 2016, el servicio de acueducto del municipio de Nocaima cuenta con 793 suscriptores, prestando a los mismos las actividades de captación, aducción, tratamiento, conducción, almacenamiento, distribución y comercialización” (Emsergualiva, 2020).

Con el fin de brindar información a la Empresa de Servicios Gualivá y teniendo en cuenta la contingencia actual del COVID-19, se realizan dos conferencias mediante plataformas virtuales (Microsoft Teams.), desde el municipio de Nocaima Cundinamarca (Personal de la empresa de Servicios Gualivá) y desde la Ciudad de Bogotá D.C Valery Lozano Martínez y Tania Cruz Ruiz; de esta manera vía correo electrónico se remite (**Anexo 3 Carta Solicitud Conferencia**) la cual indica:

(...) “ Somos estudiantes de último semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Piloto de Colombia sede Bogotá, estamos desarrollando nuestro proyecto de grado en el área de aguas, nuestro proyecto se titula Sensor ultrasónico para administrar el recurso hídrico, con el cual estamos desarrollando una investigación en el municipio de Nocaima, dentro de nuestro cronograma tenemos planteadas unas conferencias para poder explicar nuestro proyecto e implementarlo en la alcaldía del municipio, son dos conferencias que tienen temas a tratar como el cuidado y reserva del agua y una explicación del funcionamiento del prototipo. Debido a la contingencia que se presenta en el país, queremos solicitarles amablemente un espacio para poder brindarles la información por medio de alguna plataforma de reunión grupal por medio de internet, donde se pueda brindar la información nombrada anteriormente y a la cantidad de personas que sea necesaria. Quedamos pendientes a una respuesta de parte de ustedes, con una fecha donde se pueda realizar dichas actividades”.

Para el 1 junio 2020 se recibe respuesta por parte de la empresa la cual indica disponibilidad el día 9 de junio 2020 de esta manera se lleva a cabo la conferencia donde efectivamente asiste el personal de la Empresa de Servicios Gualivá, se da inicio mediante la presentación del personal y orden del día:

- Conferencia del Cuidado y Reserva del Agua
- Conferencia del Prototipo

Teniendo en cuenta lo anterior se da un resumen de como en la actualidad el recurso hídrico ha disminuido y por qué nace la necesidad de implementar un proyecto con el objetivo propuesto, se realiza la segunda conferencia la cual consiste en remitir la información de lo que se quiere realizar y cuál es el alcance final dando así algunas pautas de lo que se ha realizado con el prototipo “ Sensor ultrasónico” que es una de las fases del proyecto, para esta fecha cabe aclarar que se avanzó en la ejecución del prototipo y fue mostrado mediante imágenes. Toda esta información fue brindada a la empresa con dos objetivos principales el primero socializar el proyecto, las motivaciones y alcances de este y segundo concertar visita in situ e iniciar el proceso metodológico para la implementación del proyecto. **(Anexo 4 Acta N°1 Conferencia).**

9.2 INVESTIGACIÓN EN CAMPO

9.2.1 GENERALIDADES

El Municipio de Nocaima Cundinamarca cuenta con un sistema de Tratamiento de Agua Potable ubicada en el barrio Chico Alto a 1.180 msnm, se determina que el tipo de planta es Convencional. La fuente de Captación se realiza mediante la Quebrada la Moya 3 l/s Quebrada el Tigre 6 l/s, en tiempos de lluvia por lo cual se realiza por gravedad, en temporadas secas la entrega a la PTAP se da por bombeo mediante la Quebrada Natautá tubería de 3”, y longitud total 4480 metros.

Para dar cumplimiento al objetivo de este trabajo se realiza un diagnóstico al sistema de la Planta de tratamiento de Agua Potable por lo cual se realizan dos visitas la primera se lleva a cabo en la PTAP “La Laja” y la segunda en los puntos de bombeo. (**Ver Anexo 5. Actas N°2 Visita en Campo**). Una vez realizadas las visitas se realiza el diagnóstico del Sistema de Agua Potable.

9.2.2 DIAGNÓSTICO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

De acuerdo con la Geomorfología el Municipio de Nocaima Cundinamarca se encuentra en una zona montañosa de pendiente media.

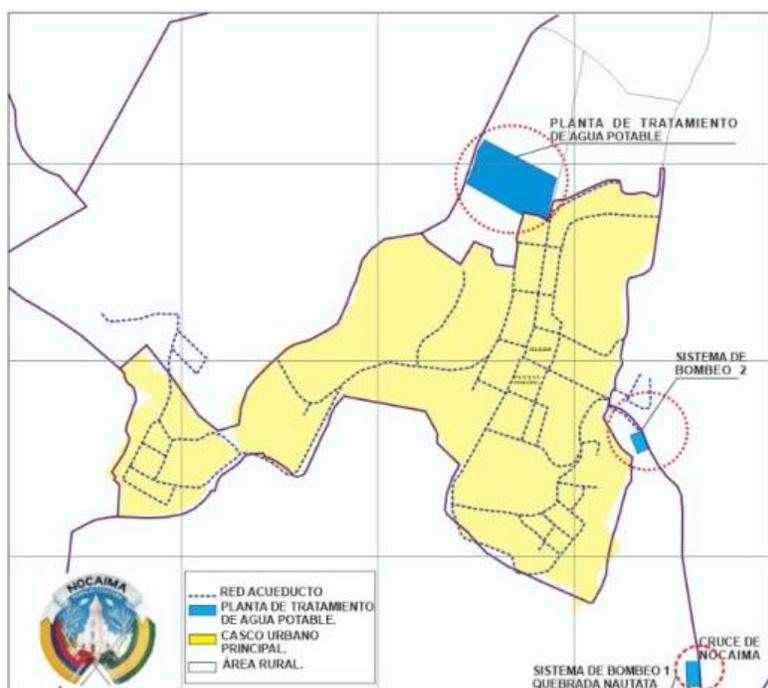


Ilustración 3 Acueducto Municipal de Nocaima <http://www.nocaima-cundinamarca.gov.co/eot-192691/plano-2a-red-de-acueducto-casco-urbano-municipio-de>

9.2.3 ESQUEMA DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA PTAP

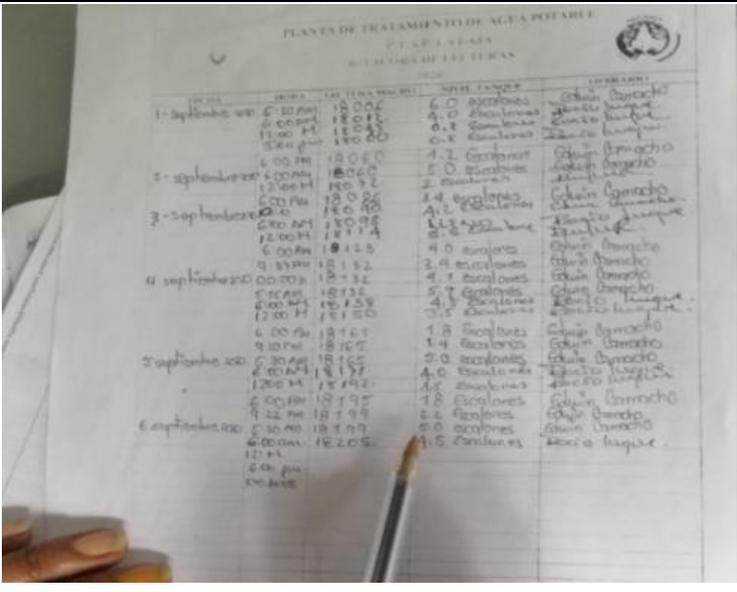


Ilustración 4 Esquema del proceso de potabilización de agua en la PTAP "La Laja" Fuente propia

9.2.4 DIAGNÓSTICO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-PTAP

DIAGNÓSTICO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-PTAP			
MUNICIPIO/CIUDAD-DEPARTAMENTO	Nocaima – Cundinamarca		
NOMBRE DE LA PLANTA	PTAP " LA LAJA"		
NOMBRE DEL ALCALDE	Juan Carlos Vásquez	NÚMERO DE CONTACTO	N.R.
FECHA DE DIAGNÓSTICO	27 de septiembre 2020	ESTUDIANTE QUE REALIZA DIAGNÓSTICO	Valery Lozano M - Tania Cruz
NOMBRE DE QUIEN ATIENDE A VISITA	Rocio Duque - Edwin Camacho	NÚMERO DE CONTACTO	N.R.
PERSONAL EN PLANTA	24 horas (Turnos de 12 horas)	Siempre se cuenta con un personal en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, también cuenta con un personal el cual va hasta los puntos de bombeo.	

ABASTECIMIENTO				
¿SE ABASTECE DE UNA PTAP PROPIA O MUNICIPAL?	MUNICIPAL (X)	PROPIA	IDENTIFICACIÓN PTAP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE)	Planta de Tratamiento de Agua Potable.
DILIGENCIAR SI LA PTAP ES PROPIEDAD DEL ESTABLECIMIENTO				
AÑO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	1982	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	8,0	
TIPO DE FUENTE DE CAPTACIÓN	Superficial	CAUDAL CAPTADO (L/S)	* Quebrada la Moya 3 l/s * Quebrada San Cayetano 3l/s * Quebrada el Tigre 6 l/s * Quebrada Natautá 8 l/s	
FUENTE DE CAPTACIÓN	(03) Bocatomas ubicadas en tres fuentes hídricas: Quebrada la Moya, San Cayetano y El tigre y una fuente alterna para el sistema de bombeo Quebrada Natauta.			
ESTADO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN	1. Quebrada El Tigre Quebrada El Tigre Red de 3" en tubería PVC RD 21 y tubería en asbesto de cemento (1100 mts). Longitud total 4480 mts 2. Quebrada La Moya Manguera de 3" en polietileno Longitud total 450 mts 3. Quebrada San Cayetano Red de 3" en tubería PVC RD 21. Longitud total 2950 mts 4. Quebrada Natautá Tubería de 3" RD 19 y RD 21. Longitud total 4480 mts			
OBSERVACIONES GENERALES DE LA FUENTE Y LA LÍNEA DE ADUCCIÓN				
La entrega a la PTAP se da por bombeo en temporadas secas mediante la Quebrada Natautá Tubería de 3" RD 19 y RD 21. Longitud total 4480 mts y la entrega a la PTAP por Gravedad se da mediante la Quebrada El Tigre Red de 3" en tubería PVC RD 21 y tubería en asbesto de cemento (1100 mts). Longitud total 4480 mts, la Quebrada La Moya Manguera de 3" en polietileno Longitud total 450 mts y la Quebrada San Cayetano Red de 3" en tubería PVC RD 21. Longitud total 2950 mts				
TIPO DE PLANTA	PLANTA CONVENCIONAL	PLANTA COMPACTA		
CAUDAL (1/seg)	Actualmente trata en promedio 10 l/seg, sin embargo, su Caudal de Diseño está definido en 8 l/seg.			
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				
¿Se encuentra operativo?	SI	Tiempo de operación (horas/día)	24	
				

Planta de tratamiento de Agua Potable			Visita Planta de Tratamiento de Agua Potable			
¿Cuentan con formatos?	SI			¿Cuáles formatos?	- Medición de parámetros in situ - Medición de flujo de agua en el tanque de almacenamiento	
MEDIDOR NIVEL DE AGUA						
¿Cuenta con medidor de caudal?	SI	X	NO		¿El medidor está operativo?	SI
Tipo de medidor	Medidor de flujo agua en el tanque de almacenamiento			Estado del medidor	Operativo.	
PROCESOS DE TRATAMIENTO						
Unidad - Proceso de tratamiento	Descripción					
Tubería de Aducción	La tubería de aducción que llega a la planta de tratamiento tiene una extensión desde el primer punto de bombeo (cruce) hasta la PTAP La Laja de 4680 lineales, se encuentra en estado regular, esta tubería hace su ingreso directamente a un tanque de homogenización, para dar inicio a los procesos de tratamiento del agua.					

TANQUE NATAUTA

En el Sistema de bombeo 1 Quebrada Natauta existe un tanque con las siguientes características:

* Capacidad de 2.0000 litros

* Dimensiones

- Ancho 6 m

- Largo 6 m

- Profundidad 2.20 mt.

Se encuentra en condiciones regulares, cuenta con un sistema de bombeo y tablero de control, cuenta con una tubería de 2".

Se cuenta con personal el cual hace revisión cada 2 horas con el fin de revisar el nivel de agua en el tanque y la red ya que se encuentra en mal estado



Tanque de almacenamiento de agua cruda (2)

TANQUE HOMOGENIZACIÓN

En la Planta de Tratamiento de Agua Potable se encuentra el tanque con las siguientes características:

* Ancho: 1 m

* Largo: .2.23 m

* Profundidad: 1 m

* Tubería 3 in.

El tanque de Homogenización se encuentra en buenas condiciones cuenta con una Cámara de entrada la cual recibe el caudal del sistema de bombeo y unas mangueras para el caudal de agua de la quebrada del Tigre y la Moya el cual llega por gravedad, en la visita el agua recibida era por bombeo, cuenta con válvula manual para controlar la recepción del caudal y con un desfogue ya que la capacidad del tanque no es suficiente para el agua que ingresa, se observa en la visita que se riega el agua del tanque y esto ocurre en varias ocasiones durante el día.

El sistema de bombeo 2 se realiza de manera manual y automática cuando se trabaja con este sistema el caudal de entrada realiza una descarga durante 8 min y se apaga por 4 min



<p><i>Tanque de almacenamiento de agua potable</i></p>	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Tanque circular cuenta con una capacidad de 250 m³ se distribuye solamente a la zona urbana, el estado actual del tanque se encuentra en regulares condiciones teniendo en cuenta que la infraestructura fue construida en el año 1982, en la actualidad la empresa de servicios Gualivá se encuentra dentro de un programa de optimización de la infraestructura en conjunto con empresas publicas de Cundinamarca. Aproximadamente la población que se beneficia con el servicio es de aproximadamente 3.300 habitantes solo casco urbano ya que la empresa no maneja sector rural. Cuenta con un medidor de caudal (Tubo de pvc) toman el volumen de agua y se guían con los escalones que se encuentran en el interior del tanque de la siguiente manera: * Cada escalón son 350 mil litros y son 7 escalones, estos datos los suministran en un formato y de esta toma de datos saben sí al día siguiente se abre o cierra la válvula principal para suministrar el agua.</p>	
<p><i>Canaleta Pharshall</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> * Se encuentra en buen estado físico y operativo * Estado: Favorable * Hacen la caracterización con la aplicación de Sulfato 3,5 Kg y 500 litros de agua, cuentan con bitácoras y la caracterización la realizan de 6 am a 9 am. 	
<p><i>Floculación</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> * Estado: Se encuentra en buen estado físico y operativo * Tipo de flujo: Horizontal * Consta de 52 tabiques no removibles En concreto de 1.80 metros de largo y un ancho de 0.05 metros 	

<i>Sedimentación</i>	<ul style="list-style-type: none"> * El sedimentador hidráulico Rectangular tiene las siguientes características: * Ancho de 3.00 m * Largo de 6.90 m * Estado: Se encuentra en buen estado físico y operativo 			
<i>Filtración</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Cada uno de los filtros tiene las siguientes medidas: - Ancho: 0.67 m - Largo 0.77 m * Cuenta con 4 filtros los cuales se limpian constantemente * La unidad de tratamiento en términos generales se encuentra en buen estado 			
TRATAMIENTO DE LODOS (<i>provenientes de la sedimentación y la filtración</i>)				
Tipo de acondicionamiento	<i>No se realiza</i>			
LABORATORIO Y CALIDAD DEL AGUA				
¿EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON LABORATORIO?	<i>Si</i>	Se encuentra operativo		
Materiales e insumos de laboratorio				
Descripción material	Marca y/o Modelo	Descripción del uso	Estado físico	
<i>Ninguno</i>	<i>N. A</i>	<i>N. A</i>	<i>N. A</i>	
Equipos de laboratorio				
Descripción Equipo	Marca- Modelo	Descripción del uso	Fecha última calibración	
<i>Ninguno</i>	<i>N. A</i>	<i>N. A</i>	<i>N. A</i>	
MEDICIÓN IN-SITU				
Punto de muestreo	Parámetros analizados in-situ		Frecuencia de medición para parámetros in situ	



MEDICIÓN EN LABORATORIO EXTERNO

Fecha último monitoreo	N.R.	Laboratorio encargado	N.R.
------------------------	------	-----------------------	------

Resultados

Punto de muestreo	PARAMETROS						
	Turbiedad (NTU)	Color aparente (UPC)	Olor	Cloro residual libre (ppm)	Coliformes totales (UFC/100 ml)	E. Coli (UFC/100 ml)	pH
N.A	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

IRCA (Índice de riesgo de la calidad del Agua)

IRCA (último reporte)	N.R.	FECHA	N.R.	ENTIDAD QUE REPORTA	N.R.
-----------------------	------	-------	------	---------------------	------

EQUIPOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

COMPONENTE	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRAFICO
Bomba tipo lapicero (1)	Quebrada Natauta	<p>Bomba tipo lapicero de 40 HP se encuentra en regulares condiciones de esta se bombea hasta el segundo sistema de bombeo (Ver Imagen del Diagnostico). Es una bomba automática cuenta con un tablero de control el cual se encuentra en buen estado mantienen en revisión para que no trabajen en vacío la bomba se apaga si no hay agua. Caudal de 8 l/seg y cuenta con una tubería de 2 in.</p> <p>Este sistema se abre cuando es verano, el día de la visita se mantuvo prendido en el periodo de 6 am a 6 pm</p>	

Bomba Sistema de bombeo 2 Frente a Rayito de Sol (Piscina)

En el cuarto del sistema de bombeo 2 se evidencia el tablero de control en buen estado y la bomba igualmente ya que fue cambiada en el año 2018 esta bomba trabaja de manera automática y manual posee válvula. Se encuentra en el mismo lugar la bomba antigua sin operar.



Tabla 2 Diagnóstico de Planta de Tratamiento de Agua Potable.

10. DISEÑO DE PROTOTIPO

Para el diseño del prototipo de plantearon 3 fases:

- **FASE I**

Fabricación del prototipo para obtener los datos necesarios, para ellos se necesitan los siguientes materiales.

- Arduino
- Botón de reinicio
- Sensor ultrasónico
- Conector USB

Por medio del sensor ultrasónico se determinará la altura del tanque, con esta altura y con la geometría se determina el volumen de llenado. Para poder obtener esos datos se conocerán las características de los tanques vigentes en el mercado y con la estadística tomada de los más usados en los municipios de investigación.

Después de obtener estos datos se realizará una interpolación para calcular el área en el momento del punto de altura, con esta altura se obtiene el radio superior. Con este valor importante podremos determinar

- Áreas
- Volúmenes
- Altura de llenado

A partir del volumen obtenido anteriormente y los datos que arroja el sensor en un tiempo determinado de 1 Segundo, se podrá determinar el caudal de llenado en el tiempo deseado.

- **FASE II**

Para la ejecución de la fase II y teniendo los datos obtenidos, se transfieren los datos para que sea compatible con un dispositivo móvil, Tablet o Computador para la facilidad de los usuarios, ya que la era tecnológica permite que se pueda acceder de manera más fácil y efectiva a un dispositivo con internet. El usuario recibirá la información, podrá verificar información y recibir alertas sobre el funcionamiento del tanque según sus características.

- **FASE III**

Dejar funcionando el prototipo en manos de la entidad encargada en el Municipio de Nocaima Cundinamarca.

10.1 PROTOTIPO

El prototipo está estructurado sobre un tablero de Arduino Uno que cuenta con un sensor ultrasónico que mide la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas, el cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto. Los sensores ultrasónicos miden la distancia del objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción.

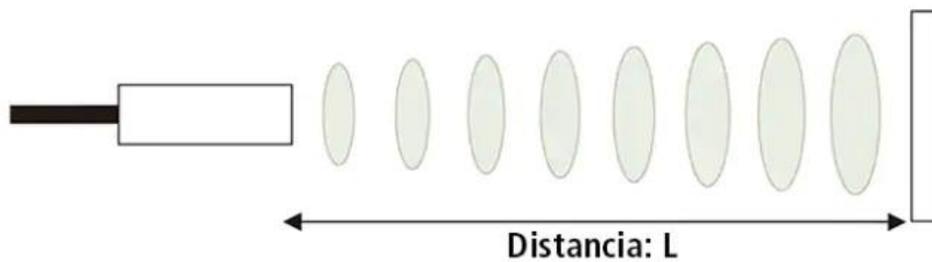


Ilustración 5 Esquema sensor ultrasónico

Para que el sensor funcione requiere que se programe con el código del Arduino, tomando datos de tiempo, distancia y volumen.

Este dispositivo toma el tiempo que demora en recorrer la distancia hasta la lámina de agua, la incógnita que se nos presenta es la distancia, para ello debemos conocer el valor de la velocidad del sonido.

La velocidad de propagación de las ondas sonoras es conocida como la velocidad del sonido y en la atmosfera terrestre a una temperatura de 20°C, es de 343 m/s.

$$d = \frac{t}{v}$$

d= Distancia (m)

t=Tiempo (Sg)

v=Velocidad del sonido (m/s)

Obteniendo esa distancia que vendría siendo la altura que hay desde el fondo del tanque y la lámina de agua y obteniendo también el área del tanque podemos obtener el volumen y hallar un Caudal.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q= Caudal (m³/Sg)

V=Volumen (m³)

t=Tiempo (Sg)

Con el desarrollo del prototipo obtenemos graficas de llenado y vaciado, así como de variación de caudales, donde nos va a permitir obtener un estimado del tiempo y el consumo según la época del año.

10.2 MATERIALES

10.2.1 ARDUINO



Ilustración 5 Tablero Arduino Uno <https://www.xataka.com/basic/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta

plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas, pero igualmente funcionales al partir de la misma base.

El software libre son los programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera para que quien quiera pueda utilizarlo y modificarlo. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades.

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMELE. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.

También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.

10.2.1.1 POTENCIA USB (1) / CONECTOR DE ADAPTADOR (2)

Cada placa Arduino necesita una forma de estar alimentado eléctricamente. Esta puede ser alimentado desde un cable USB que viene de su ordenador o un cable de corriente eléctrica con su respectivo adaptador. La conexión USB es también cómo va a cargar código en su placa Arduino.

10.2.1.2 PINES

Los pines en la placa Arduino es donde se conectan los cables de un circuito. El Arduino tiene varios tipos diferentes de entradas, cada uno de las cuales está marcado en el tablero y utilizan para diferentes funciones:

- GND (3) Abreviatura de "tierra" (en Inglés). Hay varios pines GND en el Arduino, cualquiera de los cuales pueden ser utilizados para conectar a tierra el circuito.
- 5V (4) Y 3.3V (5)

Son los suministros pin 5V 5 voltios de energía, y los suministros de pin 3.3V 3.3 voltios de potencia.

- ANALÓGICO (6)

El área de pines en el marco del 'analógica' etiqueta (A0 a A5) son analógicas. Estos pines pueden leer la señal de un sensor analógico (como un sensor de temperatura) y convertirlo en un valor digital que podemos leer.

- **DIGITAL (7)**

Son los pines digitales (del 0 al 13). Estos pines se pueden utilizar tanto para la entrada digital (como decir, si se oprime un botón) y salida digital (como encender un LED).

- **PWM (8)**

Usted puede haber notado la tilde (~) al lado de algunos de los pines digitales (3, 5, 6, 9, 10 y 11). Estos pines actúan como pines digitales normales, pero también se pueden usar para algo llamado Modulación por ancho de pulsos (PWM, por sus siglas en Ingles).

- **AREF (9)**

Soportes de referencia analógica. La mayoría de las veces se puede dejar este pin solo. A veces se utiliza para establecer una tensión de referencia externa (entre 0 y 5 voltios) como el límite superior para los pines de entrada analógica.

10.2.1.3 BOTON DE REINICIO

Empujando este botón se conectará temporalmente el pin de reset a tierra y reinicie cualquier código que se carga en el Arduino. Esto puede ser muy útil si el código no se repite, pero quiere probarlo varias veces.

10.2.1.4 INDICADOR LED DE ALIMENTACIÓN

Este LED debe encenderse cada vez que conecte la placa Arduino a una toma eléctrica. Si esta luz no se enciende, hay una buena probabilidad de que algo anda mal.

10.2.1.5 LEDS RX TX (12)

TX es la abreviatura de transmisión, RX es la abreviatura de recibir. Estas marcas aparecen un poco en la electrónica para indicar los pasadores responsables de la comunicación en serie. En nuestro caso, hay dos lugares en la Arduino UNO donde aparecen TX y RX - una vez por pines

digitales 0 y 1, y por segunda vez junto a los indicadores LED de TX y RX (12). Estos LEDs nos darán algunas buenas indicaciones visuales siempre nuestro Arduino está recibiendo o transmitiendo datos (como cuando nos estamos cargando un nuevo programa en el tablero).

10.2.1.6 MICROCONTROLADOR (13)

Lo negro con todas las patas de metal es un circuito integrado (IC, por sus siglas en Inglés). Es el cerebro de nuestro Arduino. La principal IC en el Arduino es ligeramente diferente del tipo de placa a placa tipo, pero es por lo general de la línea de ATmega de CI de la empresa ATMEL. Esto puede ser importante, ya que puede necesitar para saber el tipo de IC (junto con su tipo de tarjeta) antes de cargar un nuevo programa desde el software de Arduino.

10.2.1.7 REGULADOR DEL VOLTAJE (14)

El regulador de voltaje controla la cantidad de tensión que se deja en la placa Arduino. No se debe conectar al Arduino algo superior a 20 voltios.

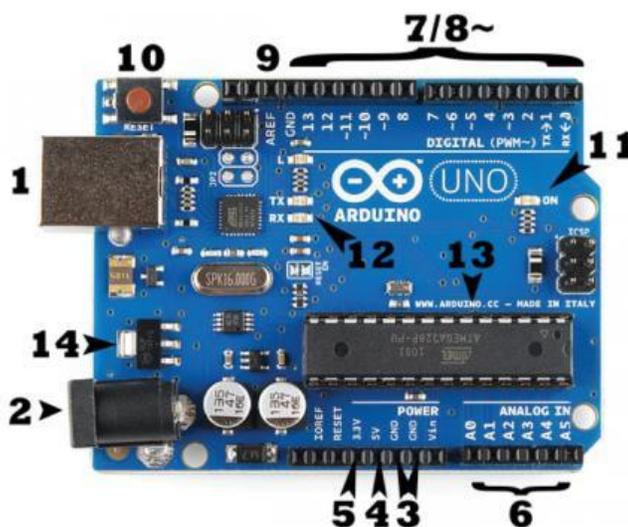


Ilustración 6 Partes tablero Arduino Uno <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

10.2.1.8 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04



Ilustración 7 Sensor Ultrasónico HC-SR04 <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información y proyectos disponibles en la web. De igual forma es el más empleado en proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia.

El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido (40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El

funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

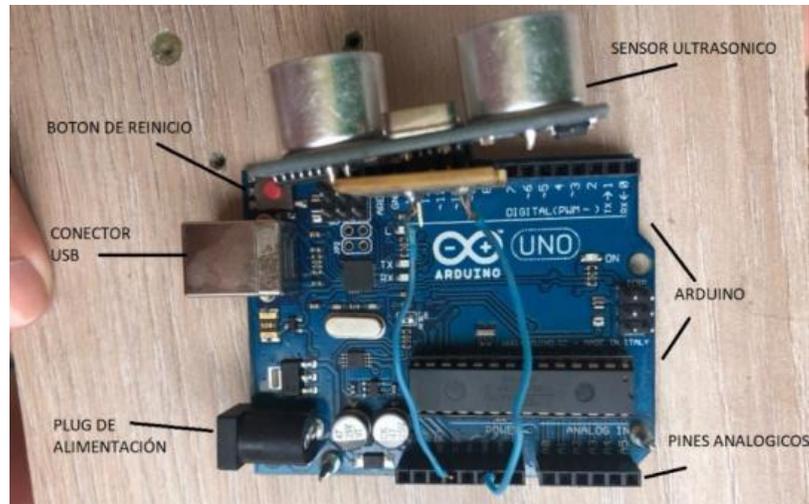


Ilustración 8 Prototipo Final fuente propia

10.3 COSTOS DE PROTOTIPO

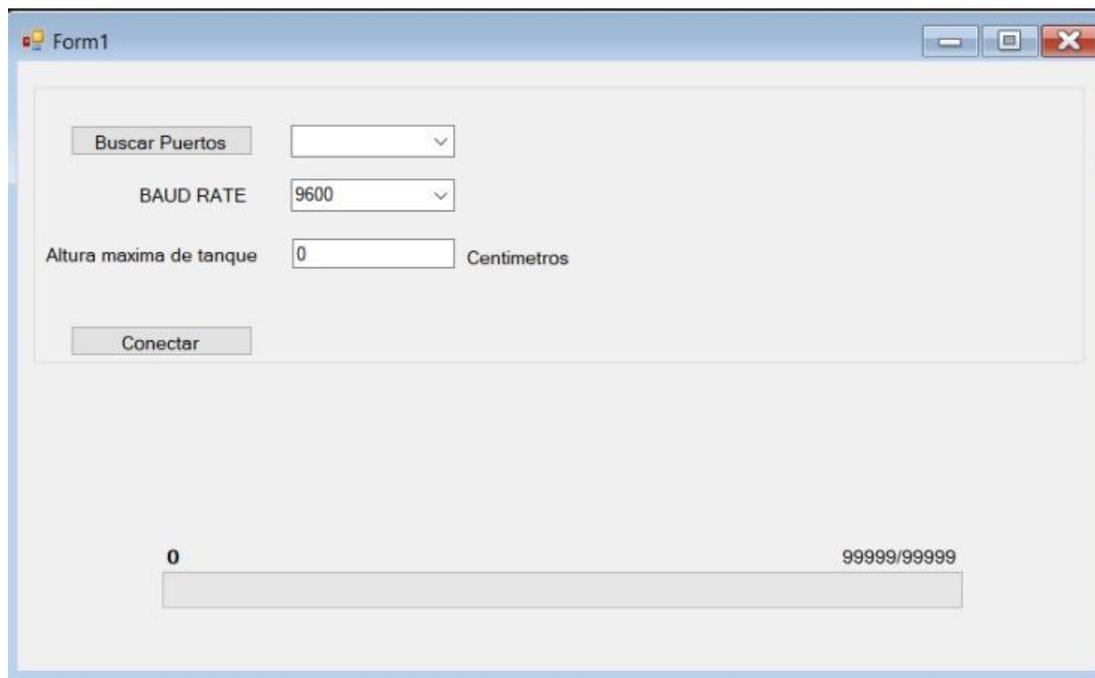
El costo del prototipo fue de un valor aproximado de \$200.000 sin tener en cuenta imprevistos por cambio de algunas de las partes, la compra se realizó directamente por Mercado Libre.



Ilustración 9 Materiales Mercado Libre <https://www.mercadolibre.com.co/>

11. APLICACIÓN

11.1 APLICACIÓN INTERFAZ



The image shows a Windows-style window titled "Form1" with standard minimize, maximize, and close buttons. The main content area contains a form with the following elements:

- A button labeled "Buscar Puertos" (Search Ports) next to a dropdown menu.
- A label "BAUD RATE" next to a dropdown menu showing the value "9600".
- A label "Altura maxima de tanque" (Maximum tank height) next to a text input field containing "0" and the unit "Centimetros".
- A button labeled "Conectar" (Connect) below the input fields.
- At the bottom of the window, a large horizontal display area showing the number "0" on the left and "99999/99999" on the right, with a light gray bar below it.

Ilustración 10 Interfaz aplicación GUIMedidorTanque Fuente propia

La imagen anterior nos muestra la interfaz de la aplicación para su funcionamiento, en el primer espacio saldrían la lista de los posibles Arduino a seleccionar, pero dentro del Script de configuración se dejó predeterminado el que vamos a usar, en el segundo espacio se dejó también predeterminado el valor 9600 para su correcto funcionamiento, y para el tercer espacio se debe ingresar la altura máxima del tanque a examinar en unidad de centímetros, luego de rellenar estos espacios se da clic en el botón conectar para que el sensor empiece a tomar los datos.

En la barra de la parte inferior se muestra el proceso del llenado del tanque, cuando la barra va a llegar a su llenado máximo el programa emite un mensaje en otra pantalla indicando que el tanque está lleno para poder realizar su debido proceso.

Para la extracción de los datos el Arduino va a generar un archivo con el nombre de DataWater.txt en una carpeta del disco local C llamada WaterProgram.

11.2 FUNCIONAMIENTO APLICACIÓN

Para el funcionamiento del código del Arduino se debe tener bien documentada cada sección:

Parte 1. seleccionar los pines digitales declarando las variables para el sensor

Parte 2. Inicializar el programa generando la comunicación entre el pc y el Arduino (Se ejecuta cuando inicia el Arduino)

Parte 3. Se declaran dos variables (t) para medir el tiempo en segundos y (d) para medir distancia en centímetros (Se ejecuta cuando el Arduino está en funcionamiento constante)

```

const int Trigger = 2; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor
const int Echo = 3; //Pin digital 3 para el Echo del sensor
Parte 1

void setup() {
  Serial.begin(9600); //iniciamos la comunicación
  pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
  pinMode(Echo, INPUT); //pin como entrada
  digitalWrite(Trigger, LOW); //Iniciamos el pin con 0
  Parte 2
}

void loop()
{
  Parte 3

  Long t; //tiempo que demora en llegar el eco
  Long d; //distancia en centímetros

  digitalWrite(Trigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10); //Enviamos un pulso de 10us
  digitalWrite(Trigger, LOW);

  t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
  d = t/59; //escalamos el tiempo a una distancia en cm

  Serial.print("Distancia: ");
  Serial.print(d); //Enviamos serialmente el valor de la distancia
  Serial.print("cm");
  Serial.println();
  delay(100); //Hacemos una pausa de 100ms
}

```

Ilustración 11 Código Aplicación Fuente propia

11.3 APLICACIÓN DE ESCRITORIO PRORAMACIÓN

Programa en C# (C Sharp) que es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común, su sintaxis básica deriva de C/C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma NET, similar a Java.

La interfaz de la plataforma está diseñada en Windows Forms de C#, siendo compatible con todos los sistemas Windows.

El diseño del código para la aplicación esta de la siguiente manera:

- Declarar de nuevo las variables donde se indica si está abierto o cerrado el proceso.
- Se llaman de las bibliotecas de Arduino unos hilos para generar conexión desde el puerto, generando una comunicación entre el Arduino y la aplicación.

```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.ComponentModel;
4 using System.Data;
5 using System.Drawing;
6 using System.Linq;
7 using System.Text;
8 using System.Threading.Tasks;
9 using System.Windows.Forms;
10 using System.IO.Ports;
11 using System.Threading;
12
13 namespace GUIMedidorTanque
14 {
15     3 referencias
16     public partial class Form1 : Form
17     {
18         bool isClose;
19         SerialPort port;
20         Thread hilo;
21
22         1 referencia
23         public Form1()
24         {
25             InitializeComponent();
26             isClose = false;
27             port = new SerialPort();
28             hilo = new Thread(StartReading);
29         }
30
31         1 referencia
32         private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
33         {
34             this.btn_Conct.Enabled = false;
35             this.cbo_Ports.Enabled = false;
36         }
37     }
38 }
```

Ilustración 12 Código Aplicación Fuente propia

- El siguiente código realiza la búsqueda de los puertos que estén disponibles con el botón de la interfaz.

```

1 referencia
private void btn_BrowserPorts_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string[] portOpen = SerialPort.GetPortNames();

    cbo_Ports.Items.Clear();

    foreach (var item in portOpen)
    {
        cbo_Ports.Items.Add(item);
    }

    if (cbo_Ports.Items.Count > 0)
    {
        cbo_Ports.SelectedIndex = 0;
        MessageBox.Show("Seleccione el puerto de trabajo");
        this.btn_Conct.Enabled = true;
        this.cbo_Ports.Enabled = true;
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("Ningun puerto detectado");
        //cbo_Ports.Items.Clear();
        this.btn_Conct.Enabled = false;
        this.cbo_Ports.Enabled = false;
    }
}

```

Ilustración 13 Código aplicación Fuente propia

- El siguiente código realiza la conectividad del Arduino por medio del botón en la interfaz

```

1 referencia
private void btn_Conct_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (btn_Conct.Text == "Conectar")
        {
            // Conectar
            port.BaudRate = Int32.Parse(cbo_BaudRate.Text);
            port.PortName = cbo_Ports.Text;
            try
            {
                port.Open();
                btn_Conct.Text = "Desconectar";
                isClose = false;
                hilo.Start();
                BarFullTank.Maximum = Int32.Parse(this.txtHeight.Text);
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
            }
        }
        else if (btn_Conct.Text == "Desconectar")
        {
            isClose = true;
            hilo.Abort();
            port.Close();
            btn_Conct.Text = "Conectar";
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
    }
}

```

Ilustración 14 Código aplicación Fuente propia

- Código que ejecuta el método para el llenado de la barra en la interfaz

```

1 referencia
void StartReading()
{
    while (!isClose)
    {
        string distance = port.ReadLine();
        string[] datos;

        datos = distance.Split(',');
        try
        {
            if (Convert.ToInt32(distance) < BarFullTank.Maximum)
            {
                lbl_Medidor.Invoke(new MethodInvoker(delegate {
                    lbl_Medidor.Text = BarFullTank.Maximum - Convert.ToInt32(distance) + " / " + BarFullTank.Maximum;
                    BarFullTank.Value = BarFullTank.Maximum - Convert.ToInt32(distance);
                }));
            }
        }
        catch (Exception ex)
        {
            isClose = true;
            MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
        }
    }
}

1 referencia
private void Form1_FormClosed(object sender, FormClosedEventArgs e)
{
    isClose = true;
    if (port.IsOpen)
        port.Close();
}

```

Ilustración 15 Código Aplicación Fuente propia

12. PUESTA EN MARCHA

La creación del prototipo se realizó como se menciona anteriormente con la compra de un kit donde se engranan el tablero de Arduino Uno y el sensor ultrasónico, para ello se genera un código que permite el buen funcionamiento de este, mediante un cable de datos al computador se empiezan a recoger los datos por medio de una plantilla .txt.

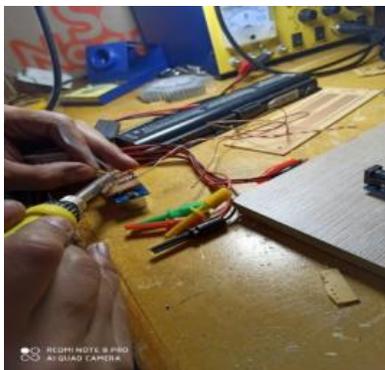


Ilustración 16 Armado de prototipo Fuente propia

La primera practica del prototipo se realizó en la Ciudad de Bogotá debido a la contingencia sanitaria del año 2020, se realizó una prueba de toma de datos en un balde casero, con esta prueba se evaluaron algunos aspectos a mejorar ya que se presentaban algunos errores en los datos teniendo en cuenta que la prueba se realizó en un balde pequeño y al caer el agua se generaban ondas que presentaban saltos en los datos.



Ilustración 17 Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia

Ilustración 18 Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia

Ilustración 19 Primera prueba Ciudad de Bogotá Fuente propia

Unos meses después cuando en Colombia habilitaron los desplazamientos de una ciudad a otra, nos dirigimos al Municipio de Nocaima para realizar una prueba en otro tanque casero en la zona ya que por el momento no podíamos ingresar fácilmente a la planta de tratamiento, las pruebas realizadas en esa fecha fueron acertadas y obtuvimos de nuevo toma de datos del sensor con un nuevo código.



Ilustración 20 Segunda prueba Municipio de Nocaima Fuente propia

Ilustración 21 Segunda prueba Municipio de Nocaima Fuente propia

Después de ajustar el prototipo para tener un perfecto funcionamiento se realiza la toma de unos datos en la planta de tratamiento de Nocaima Cundinamarca, las variables que se incluyeron en el código fueron el volumen y la distancia, con esos datos se generaron graficas de llenado y vaciado en determinado tiempo, como también el comportamiento del Caudal en las dos condiciones.

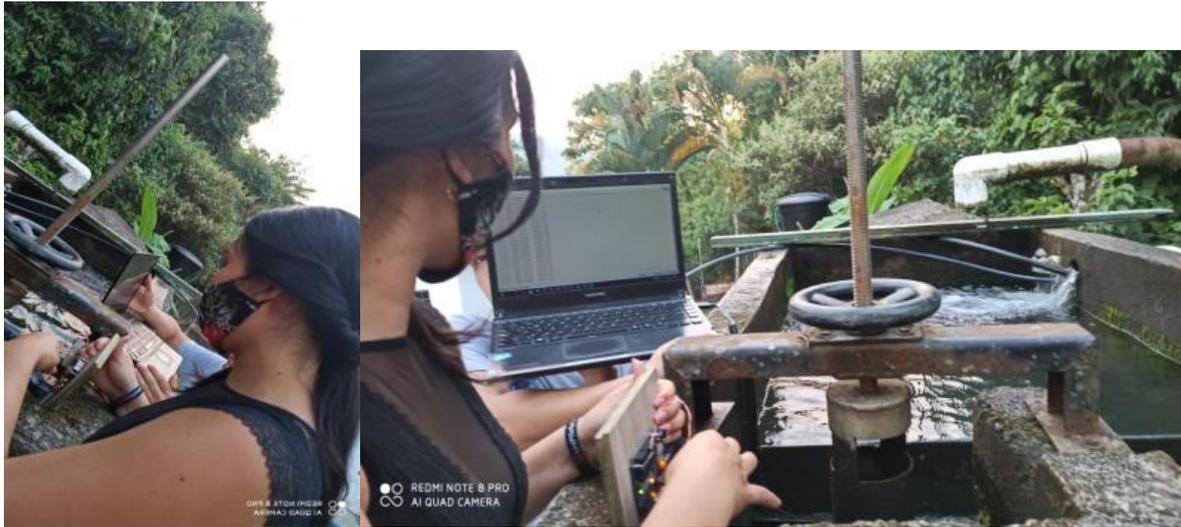


Ilustración 22 Tercera prueba Planta de tratamiento Nocaima Cundinamarca Fuente propia

Ilustración 23 Tercera prueba Planta de tratamiento Nocaima Cundinamarca Fuente propia

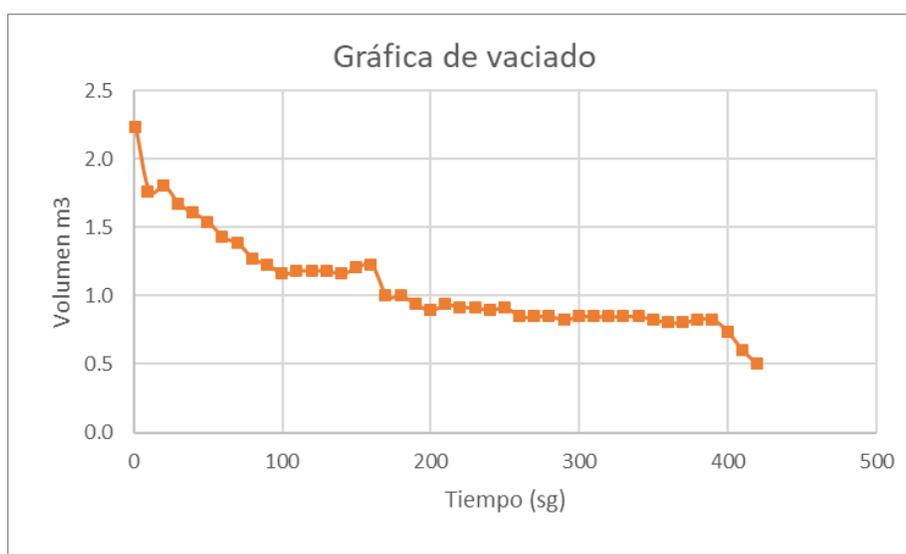
- Datos de vaciado

17:14:59.562	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:15:09.595	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:15:19.582	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:15:29.621	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:15:39.607	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:15:49.638	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:15:59.629	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:16:09.643	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:16:19.675	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:16:29.695	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:16:39.689	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:16:49.707	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:16:59.718	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:17:09.733	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:17:19.749	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:17:29.764	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:17:39.731	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:17:49.784	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:17:59.784	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:18:09.768	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:18:19.813	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:18:29.823	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:18:39.812	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:18:49.818	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:18:59.865	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:09.842	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:19.859	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:29.891	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:39.875	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:49.905	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:19:59.924	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:20:09.908	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:20:19.939	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:20:29.923	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:20:39.941	volumen: cm3	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:20:49.974	volumen: cm3	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:20:59.958	volumen: cm3	2118500	2.1185	Distancia cm	95
17:21:09.979	volumen: cm3	2073900	2.0739	Distancia cm	93
17:21:20.003	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:21:29.988	volumen: cm3	2029300	2.0293	Distancia cm	91
17:21:40.019	volumen: cm3	1962400	1.9624	Distancia cm	88
17:21:50.043	volumen: cm3	1917800	1.9178	Distancia cm	86
17:22:00.065	volumen: cm3	1917800	1.9178	Distancia cm	86
17:22:10.050	volumen: cm3	1873200	1.8732	Distancia cm	84
17:22:20.078	volumen: cm3	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:22:30.089	volumen: cm3	1761700	1.7617	Distancia cm	90
17:22:40.097	volumen: cm3	1806300	1.8063	Distancia cm	81

Tabla 3 Datos de vaciado Fuente propia Excel

Datos de vaciado seleccionados para el Análisis

Tiempo (Sg)	Volumen (m3)	Tiempo (Sg)	Volumen (m3)
1	2.2	210	0.9
10	1.8	220	0.9
20	1.8	230	0.9
30	1.7	240	0.9
40	1.6	250	0.9
50	1.5	260	0.8
60	1.4	270	0.8
70	1.4	280	0.8
80	1.3	290	0.8
90	1.2	300	0.8
100	1.2	310	0.8
110	1.2	320	0.8
120	1.2	330	0.8
130	1.2	340	0.8
140	1.2	350	0.8
150	1.2	360	0.8
160	1.2	370	0.8
170	1.0	380	0.8
180	1.0	390	0.8
190	0.9	400	0.7
200	0.9	410	0.6
		420	0.5



Gráfica 1 Gráfica de vaciado Fuente propia Excel

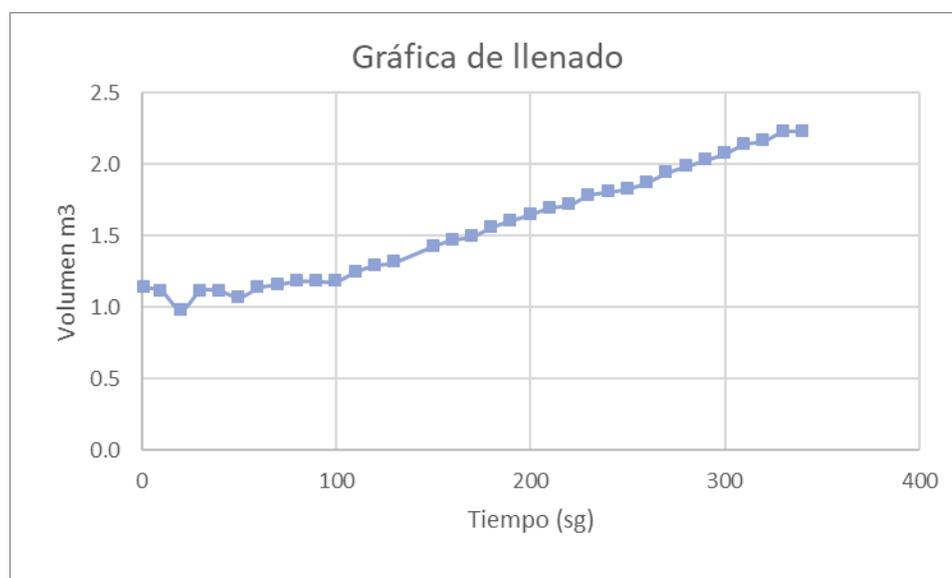
- Datos de llenado

17:32:58.532	volumen cm.	1828600	1.8286	Distancia cm	82
17:33:08.565	volumen cm.	1850900	1.8509	Distancia cm	83
17:33:18.564	volumen cm.	1895500	1.8955	Distancia cm	85
17:33:28.596	volumen cm.	1917800	1.9178	Distancia cm	86
17:33:38.591	volumen cm.	1962400	1.9624	Distancia cm	88
17:33:48.604	volumen cm.	2007000	2.007	Distancia cm	90
17:33:58.611	volumen cm.	2073900	2.0739	Distancia cm	93
17:34:08.643	volumen cm.	2118500	2.1185	Distancia cm	95
17:34:18.627	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:34:28.658	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:34:38.642	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:34:48.671	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:48:45.672	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:48:55.714	volumen cm.	1137300	1.1373	Distancia cm	41
17:49:05.704	volumen cm.	1115000	1.115	Distancia cm	43
17:49:15.735	volumen cm.	981200	0.9812	Distancia cm	44
17:49:25.755	volumen cm.	1115000	1.115	Distancia cm	47
17:49:35.755	volumen cm.	1115000	1.115	Distancia cm	48
17:49:45.747	volumen cm.	1070400	1.0704	Distancia cm	50
17:49:55.779	volumen cm.	1137300	1.1373	Distancia cm	51
17:50:05.796	volumen cm.	1159600	1.1596	Distancia cm	52
17:50:15.780	volumen cm.	1181900	1.1819	Distancia cm	53
17:50:25.797	volumen cm.	1181900	1.1819	Distancia cm	53
17:50:35.846	volumen cm.	1181900	1.1819	Distancia cm	53
17:50:45.855	volumen cm.	1248800	1.2488	Distancia cm	56
17:50:55.878	volumen cm.	1293400	1.2934	Distancia cm	58
17:51:05.890	volumen cm.	1315700	1.3157	Distancia cm	59
17:51:26.048	volumen cm.	1427200	1.4272	Distancia cm	64
17:51:36.081	volumen cm.	1471800	1.4718	Distancia cm	66
17:51:46.069	volumen cm.	1494100	1.4941	Distancia cm	67
17:51:56.095	volumen cm.	1561000	1.561	Distancia cm	70
17:52:06.125	volumen cm.	1605600	1.6056	Distancia cm	72
17:52:16.141	volumen cm.	1650200	1.6502	Distancia cm	74
17:52:26.126	volumen cm.	1694800	1.6948	Distancia cm	76
17:52:36.157	volumen cm.	1717100	1.7171	Distancia cm	77
17:52:46.157	volumen cm.	1784000	1.784	Distancia cm	80
17:52:56.170	volumen cm.	1806300	1.8063	Distancia cm	81
17:53:06.193	volumen cm.	1828600	1.8286	Distancia cm	82
17:53:16.224	volumen cm.	1873200	1.8732	Distancia cm	84
17:53:26.201	volumen cm.	1940100	1.9401	Distancia cm	87
17:53:36.232	volumen cm.	1984700	1.9847	Distancia cm	89
17:53:46.216	volumen cm.	2029300	2.0293	Distancia cm	91
17:53:56.249	volumen cm.	2073900	2.0739	Distancia cm	93
17:54:06.234	volumen cm.	2140800	2.1408	Distancia cm	96
17:54:16.267	volumen cm.	2163100	2.1631	Distancia cm	97
17:54:26.298	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100
17:54:36.279	volumen cm.	2230000	2.23	Distancia cm	100

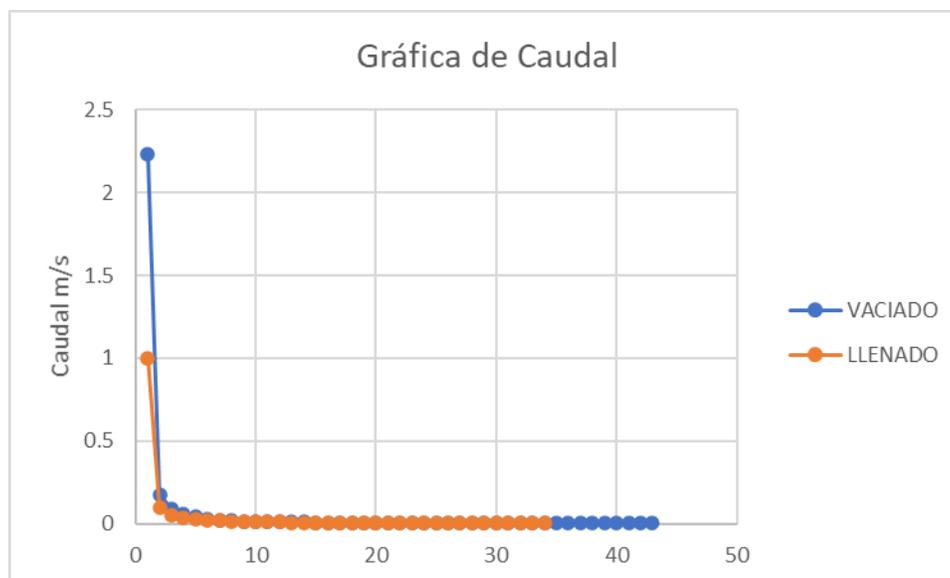
Tabla 4 Datos de llenado Fuente Excel

Datos de llenado seleccionados para el Análisis

Tiempo (sg)	Volumen (m3)	Tiempo (sg)	Volumen (m3)
1	1.1	180	1.6
10	1.1	190	1.6
20	1.0	200	1.7
30	1.1	210	1.7
40	1.1	220	1.7
50	1.1	230	1.8
60	1.1	240	1.8
70	1.2	250	1.8
80	1.2	260	1.9
90	1.2	270	1.9
100	1.2	280	2.0
110	1.2	290	2.0
120	1.3	300	2.1
130	1.3	310	2.1
150	1.4	320	2.2
160	1.5	330	2.2
170	1.5	340	2.2



Gráfica 2 Gráfica de llenado Fuente propia Excel



Gráfica 3 Gráfica de Caudales Fuente propia Excel

13. ANÁLISIS

Para alcanzar los objetivos de este proyecto se requiere de los siguientes elementos:

1. Planta de Tratamiento del Recurso Hídrico en el Municipio de Nocaima Cundinamarca.
2. Prototipo “Sensor Ultrasonico” que nos permite detectar en tiempo real el nivel del caudal dentro del tanque.
3. Dispositivo electrónico para almacenamiento de Información.
4. Interfaz para la trasmisión de datos a la oficina de la planta.
5. Aplicación
6. Internet

En el diagnóstico realizado en el trabajo de campo se evidencia la presencia de 3 tanques de almacenamiento del recurso hídrico, los dos primeros de agua cruda y el ultimo de agua tratada, el primer tanque ubicado en el sistema de bombeo numero 1 (**Ver ilustración 4**) se encuentra un tanque con una capacidad de 2000 litros con las siguientes dimensiones Ancho 6 m y largo 6 m

de profundidad 2.20 m, que recibe el agua de la Quebrada Natauta, este tanque se encuentra en condiciones regulares y cuenta con un sistema de bombeo, tablero de control y una tubería de 2".

El personal de apoyo en la visita indica que el fontanero baja cada 2 horas al sitio con el fin de verificar el nivel del agua con la preocupación de que se presente alguna falla y el tanque quede vacío por lo cual la bomba puede verse afectada hasta el punto de recibir daño grave en su funcionamiento. Por esta razón queda claro que en este tanque aplica la instalación del prototipo para prevenir el nivel de agua y evitar así los daños que se puedan causar sin que sea necesario que el funcionario se desplace cada 2 horas de manera presencial.

El segundo tanque “Tanque de Homogenización”, alimentado por la Quebrada Natauta y Tubería de 3” en una longitud de 4480 mts por bombeo. La Quebrada El Tigre Red de 3” en tubería PVC RD 21 - tubería en asbesto de cemento en 1100 mts, la Quebrada La Moya Manguera de 3” en polietileno longitud 450 mts y la Quebrada San Cayetano Red de 3” en tubería PVC RD 21. Longitud de 2950 mts para un total de 8.950 m de tubería tendida, este tanque ubicado directamente en la planta de tratamiento de Agua Potable “La Laja”, (**Ver ilustración 4**) “tiene una capacidad de $2,23 m^3$ (ancho: 1 m, largo: 2.23 m, profundidad: 1 m) y tubería 3 in. Se encuentra en buenas condiciones tanto físicas como operativas, pero está expuesto a alguno de los siguientes escenarios:

PRIMER ESCENARIO

(Deficiencia en el caudal de agua)

La deficiencia en el caudal de agua el cual puede ser causado por alguna de las amenazas contempladas en el plan de contingencia del municipio de Nocaima 2020 Ver tabla 6 amenazas y que trae como consecuencia el alto riesgo de daño en el sistema de bombeo:

- **Inundación:** La inundación de los terrenos circundantes a la tubería la pone en riesgo por cuanto se anegan y ablandan los terrenos y la tubería queda expuesta a remociones, desconexiones y desniveles.
- **Remoción de masa:** Se pueden presentar taponamientos en la tubería por los palos, piedras, raíces etc. los cuales pueden causar problemas especialmente en los sitios donde se encuentren conexiones y curvaturas.
- **Avenidas Torrenciales:** Una vez se presente este tipo de amenaza la tubería se puede ver afectada por taponamiento debido a material de arrastre y se puede dar ruptura al sistema de tubería.
- **Sequías:** Cuando se presenta la sequía los suelos se ponen resquebrajosos ocasionando que la tubería se quiebre perdiendo elasticidad y da pie a la resequedad y cristalización de la tubería. De igual manera se puede presentar acumulación de materiales sólidos que se petrifican por falta de fluido.
- **Sismos:** Esta amenaza puede ocasionar la destrucción total o parcial sobre todas las partes que componen el sistema de acueducto, fisuras de tuberías, escapes, fisuras en los tanques de almacenamiento etc.

- Incendios: Ocasionan problema de derretimiento de la tubería, ablandamiento de pegamentos y de la tubería misma, por consiguiente, ocasiona fracturas y derrames.
- Colapsos en la infraestructura: Colapso de los componentes del sistema.
- Falta de mantenimiento en la Infraestructura: Se evidencia dentro de la visita la fragilidad del sistema de tuberías ya que con facilidad y con frecuencia se revienta la tubería bien sea por presión o por accidentes propios del terreno este último a que la red se encuentra muy superficial ocasionando perdida de agua y la reducción del caudal para la prestación del servicio.

El prototipo sensor ultrasónico prestará un eficiente servicio de prevención ya que en tiempo real y efectivo está monitoreando el caudal de agua y alerta cuando se encuentra deficiencia en él, con el objeto de que la administración del acueducto tome las medidas correspondientes y oportunas para verificar y corregir las causas de la deficiencia. Es de anotar que la causa misma de la deficiencia no puede ser detectada a través del sensor por este motivo debe ser verificada por la administración de este sistema.

SEGUNDO ESCENARIO

(Exceso Caudal de Agua)

En la visita realizada en la planta de tratamiento de Agua Potable se evidencia en varias ocasiones que en el tanque de homogenización se satura la capacidad y comienza a regarse el recurso hídrico fenómeno que se repite en varias oportunidades durante el día, requiriendo de la presencia periódica del funcionario encargado del control.

Desperdiciar el recurso hídrico siempre será un problema de orden mayor y de responsabilidad social, pero que se desperdicie en esta instancia es aún más grave por cuanto si el recurso llega por bombeo se estaría perdiendo, además, todo el costo económico que este implica. Aquí se encuentra entonces una fuerte justificación para utilizar el sensor ultrasónico el cual permitirá en tiempo real y efectivo establecer la alerta necesaria para evitar el desperdicio y tomar las medidas necesarias para regular el caudal cerrando de manera inmediata las válvulas de acceso de caudal por gravedad u ordenando de manera inmediata la suspensión del bombeo.

El tercer tanque de almacenamiento de agua potable en el sistema hídrico de Nocaima se encuentra con las siguientes características: tanque circular, capacidad de 250 m³, el estado actual del tanque se encuentra en regulares condiciones teniendo en cuenta que la infraestructura fue construida en el año 1982; medidor de caudal que consiste en un (Tubo de pvc) demarcado y se guían con los escalones que se encuentran en el interior del tanque, aproximadamente la población que se beneficia con el servicio es de 3.300 habitantes solo casco urbano ya que la empresa no maneja sector rural.

Se evidencia en la visita que el control del caudal de agua que mantiene el tanque se hace de manera manual utilizando la vara de pvc, en este caso el sensor ultrasónico va a reemplazar y a optimizar el sistema de medición del caudal manteniendo una información permanente en tiempo real y efectivo.

Como resultado final de la visita y teniendo en cuenta que solo se cuenta con un prototipo se toma la decisión de instalar dicho prototipo en el segundo tanque, considerando que es allí donde se recibe el mayor impacto de la recepción del caudal hídrico por cuanto allí desembocan toda la

tubería tanto por gravedad como por bombeo, las dimensiones de este segundo tanque “Homogeneizador” son relativamente pequeñas comparada con el tercer tanque presentado una mayor probabilidad de derrame y desperdicio del recurso hídrico.

Con el propósito de darle cumplimiento al objetivo principal de este proyecto se decide instalar el prototipo sensor ultrasónico en el segundo tanque por las razones ya descritas, para lo cual se requiere de una interfaz que recogiendo la señal del prototipo la transmita a un dispositivo electrónico computador o celular que estará ubicado en la oficina de control de la planta y el funcionario encargado del funcionamiento y control de la planta tendrá la información en tiempo real y efectivo del nivel de caudal de este tanque, lo cual le permite tomar las decisiones pertinentes en el control de dicho caudal en tiempo oportuno y enviar dicha información vía internet a la oficina principal de la empresa de Servicios Gualivá, de igual manera tendrá los insumos suficientes para llevar un control estadístico del comportamiento del caudal y desde allí poderse elaborar planes de prevención y contingencia.

Es de anotar que en el momento de la visita la planta de tratamiento del municipio de Nocaima no cuenta con servicio de internet el cual sería importante solicitarlo a la alcaldía municipal o al ente que corresponda.

ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS

Teniendo en cuenta la visita de toma de datos en la planta de tratamiento de agua potable el 10 de octubre en horas de la tarde noche en el Municipio, se sitúa el prototipo en el tanque homogeneizador como se puede observar en las ilustraciones 22 y 23, se conecta el prototipo a la

fuente remota (Computador) y de manera manual el personal de apoyo da abertura para el vaciado de tanque y da cierre para su llenado, de esta manera se abre la aplicación dando inicio a la toma de datos por medio del sensor ultrasónico, los datos que se obtienen son volumen, tiempo y distancia. La toma de estos datos se realiza en lapsos de 10 segundos según la programación del sensor, esta variable se puede modificar según las especificaciones que se requieran o el tiempo en el que se quieran tomar, de esta manera se obtienen dos graficas con las variables de volumen y tiempo nombradas grafica de llenado y grafica de vaciado por lo que se analiza que en 1 minuto el vaciado y el llenado se pueden representar en volumen de 0,12 m³ por lo cual luego de 20 minutos se va a generar la alerta de llenado total del tanque o de vaciado del mismo. Con estos datos y de acuerdo con lo evidenciado en la visita donde se genera desperdicio del recurso, se concluye que el personal encargado debe generar presencia antes de los 20 minutos para así lograr optimizar el recurso hídrico. Si el prototipo se instalara en el tanque de almacenamiento se podrían generar estadísticas de consumo diario, mensual y anual, obteniendo horas máximas y mínimas de consumo variaciones de consumo por cambio de temporada climática, etc. Con estas variaciones se podrían generar grafica de caudal. De esta manera se da alcance al objetivo principal que es la optimización y funcionamiento del prototipo para la toma de datos en tiempo real el cual con la implementación de una aplicación genera alerta al personal de apoyo para prevenir el desperdicio del recurso y realizar el actuar del mismo, por ultimo y de acuerdo a lo evidenciado durante todo el proceso de este proyecto investigativo se espera lograr la motivación necesaria y suficiente por parte de las autoridades municipales tanto de la alcaldía como de la entidad encargada del recurso hídrico.

14. CONCLUSIONES

Lo expuesto anteriormente permite concluir:

- El almacenamiento del agua no es eficiente porque el tanque que recibe el recurso hídrico no tiene la suficiente capacidad por el año en que se construyó, por ello se presenta la problemática del desperdicio del recurso hídrico.
- El control que se está realizando en el municipio es muy bajo, en el momento cuentan con la supervisión de un encargado que se desplaza cada dos horas al tanque a revisar que no se vaya a generar desperdicio, pero como se menciona anteriormente el tanque no cuenta con la capacidad y el desperdicio se presenta indiscriminadamente.
- Para dar cumplimiento con los objetivos se logró diseñar un dispositivo que ayudara al Municipio a generar el buen uso y control del recurso hídrico este dispositivo se instalará en el tanque Homogeneizador, además se logró generar también una alerta de llenado para evitar el desperdicio del mismo por medio de una aplicación de escritorio para computadores con sistema Windows, este dispositivo va a recopilar la información en su sistema mientras esté en funcionamiento, con la toma de estos datos se pueden validar históricos del comportamiento de llenado y vaciado a cualquier hora del día y en cualquier tanque que se requiera, además generar un seguimiento y supervisión manual del buen funcionamiento del mismo.

15. RECOMENDACIONES

Esperamos el municipio decida adoptar este proyecto e instalar preferencialmente no uno si no tres sensores uno para cada tanque se espera que haya un mayor control en tiempo real del caudal del recurso hídrico recibido en la planta de tratamiento, dicha información debe traducirse en términos de beneficio tanto operacional como económico en favor no solo de la planta de tratamiento, de la empresa de acueducto, de la alcaldía municipal si no el beneficio en alto porcentaje a la población en general.

El funcionamiento de este proyecto y los resultados de su operación deben ser evaluados para en un futuro próximo implementar dicho control en la zona rural donde se sabe a ciencia cierta que hay poco control y desperdicio del recurso hídrico.

Tanto el sensor ultrasónico como el aplicativo serán también sujetos de evaluación para su mejoramiento, mantenimiento y perfeccionamiento con el objeto de presentar cada vez un mejor servicio.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Anónimo. (2016). Water for Food – A Matter of Survival. Info resources. Recuperado de:
http://www.waterlandpeople.net/pdf/en/info_General/Focus_3_06_Water_for_food_EN.pdf
http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Circulares/Circular_057_septiembre_28_de_2018.PDF
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf
- (2) Anónimo. (2019). Estas son las consecuencias de sequía en el occidente de Cundinamarca. El Tiempo. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/bogota/sequia-en-municipios-del-occidente-de-cundinamarca-413148>
- (3) Ballen J, Galarza M, Ortiz R (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia
- (4) Bohorquez K, Fonseca D, Gutierrez S (2017). Sistema Didáctico para el control de nivel con tanques acoplados.
- (5) Consejo Municipal para la gestión del riesgo de desastres CMGRD (2012). Plan Municipal de gestión de riesgos Nocaima Cundinamarca.
- (6) DANE. (2018). Análisis de información CNPV 2018 en Cundinamarca. Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentacion-CNPV-2018-Cundinamarca.pdf>
- (7) Díaz A, Hernández N, Muñoz D, Olaya W, Perilla C, Ojeda F y Sánchez K. (2009). Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. Scielo. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/esju/v11n1/v11n1a5.pdf>

- (8) Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. (2017). El agua en el mundo. Agua.org.mx. Recuperado de: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- (9) Hualpa, J (2016). Diseño, simulación e implementación de un prototipo de medición de niveles de líquidos mediante técnicas de control difuso utilizando sensores ultrasónicos.
- (10) Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019 NO DEJAR A NADIE ATRÁS. Unesco. Recuperado de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- (11) Ortiz, M (20189. Sistema de monitoreo del suministro y almacenamiento de agua a través de una aplicación móvil en la vereda Córdoba bajo, finca RINCON SANTO, Chiquinquirá
- (12) Pérez, A (2015). Análisis de la situación actual de la infraestructura existente para potabilización del agua (ptap) en los municipios de Alban, Nimaima y Nocaima de la provincia del Gualivá del departamento de Cundinamarca teniendo en cuenta el aseguramiento de la prestación del servicio. Especialización. Universidad Católica de Colombia. Recuperado de: https://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/normas_apa_revisada_y_actualizada_mayo_2019.pdf
- (13) Posada C, Sarmiento R, Calle E y Rivera H.G. (2008). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia. Estudio Nacional del Agua Relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. (2008). IDEAM. Reucperado

de:<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020962/Estudio%20Nacional%20del%20agua.pdf>

- (14) United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization international hydrological (2004). Proposals For new Category 2 water-related centers. Unesco

Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000135567>

- (15) Varios. (2004). Encuentros sobre el Incluye presentación del Informe de las Agua Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Unesco.

Recuperado de: <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/EncuentrosAgua.pdf>

17. ANEXOS

ANEXO 1



1. ANEXO (SOLICITUD INFORMACIÓN)



Valery Lindelly Lozano Martinez

Jue 12/03/2020 19:19

Para: Emsergualiva@gmail.com <emsergualiva@gmail.com>



Buenas tardes mi nombre es Valery Lozano Martinez estudiante de ingeniería Civil en la Universidad Piloto de Colombia el motivo por el que me dirijo a ustedes es porque soy de Nocaima y actualmente me encuentro realizando la tesis de mi carrera.

Por tal motivo requiero de la ayuda de ustedes para obtener toda la información posible con relación a los tanques que abastecen el municipio de Nocaima:

- Dimensiones de los tanques de almacenes
- Condiciones y características en las que se encuentran los tanques de almacenamiento.
- Cuanta población se beneficia con este sistema y cuanta no lo hace.
- Problemáticas presentadas.
- Informes, estadísticas de los meses del año que hay poco abastecimiento como lo regulan,etc.

Gracias por la atención prestada y espero su pronta colaboración.

ANEXO 2



Cordial saludo.

De acuerdo con su solicitud permito expresar lo siguiente.

- 1) La dimensión del tanque de almacenamiento y distribución es de 250 m³.
- 2) El tanque de almacenamiento se encuentra en regulares condiciones ya que la infraestructura fue construida en el año 1982, en la actualidad nos encontramos dentro de un programa de optimización de la infraestructura en conjunto con empresas publicas de Cundinamarca.
- 3) La población que se beneficia con el servicio es aproximadamente 3.300 habitantes solo casco urbano ya que la empresa no maneja sector rural.
- 4) La problemática más grave que presentamos es el desabastecimiento en las épocas secas, ya que todas nuestras fuentes por gravedad dejan de abastecernos la cantidad de agua necesaria para el suministro del servicio, por esta razón nos vemos obligados a utilizar un sistema de bombeo que nos permite cumplir con el servicio pero en días y horarios distintos establecidos para cada uno de los barrios.

Atentamente,

HAROL STIVEN QUINTERO REYES
 Secretario/Tesorero
 Emsergualiva S.A.S.- E.S.P



ANEXO 3



3. ANEXO (CARTA SOLICITUD CONFERENCIA)

Bogotá D, C 07 de mayo 2020

Señores:

Empresa de servicios: Gualiva s.a.s

Somos estudiantes de último semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Piloto de Colombia sede Bogotá, estamos desarrollando nuestro proyecto de grado en el área de aguas, nuestro proyecto se titula Sensor ultrasónico para administrar el recurso hídrico, con el cual estamos desarrollando una investigación en el municipio de Nocaima, dentro de nuestro cronograma tenemos planteadas unas conferencias para poder explicar nuestro proyecto e implementarlo en la alcaldía del municipio, son dos conferencias que tienen temas a tratar como el cuidado y reserva del agua y una explicación del funcionamiento del prototipo.

Debido a la contingencia que se presenta en el país, queremos solicitarles amablemente un espacio para poder brindarles la información por medio de alguna plataforma de reunión grupal por medio de internet, donde se pueda brindar la información nombrada anteriormente y a la cantidad de personas que sea necesaria.

Quedamos pendientes a una respuesta de parte de ustedes, con una fecha donde se pueda realizar dichas actividades.

Gracias por la atención
prestada Cordialmente

TANIA CRUZ RUIZ
CC 1018474336

VALERY LOZANO MARTINEZ
CC 1072467422

ANEXO 4



4. ANEXO CONFERENCIA

ACTA N° 001

CONFERENCIA PROYECTO DE GRADO

“SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO”

Fecha: 9 de Junio del 2020

Hora: 8:30 am – 9:30 am

Lugar: Debido a la contingencia del COVID-19 se realizaron las conferencias mediante plataformas virtuales, desde el municipio de Nocaima Cundinamarca y Bogotá D.C

Asistentes: Empresa de Servicios Gualivá de Nocaima Cundinamarca.

Expositores: Valery Lozano Martínez, Tania Cruz Ruiz

Orden del día:

- Conferencia del Cuidado y Reserva del Agua
- Conferencia del Prototipo

El día 9 de Junio del 2020 por medio de las plataformas virtuales se reunieron los integrantes de la Empresa de Servicios Gualivá de Nocaima Cundinamarca y las expositoras Valery Lozano Martínez y Tania Cruz Ruiz para brindar dos conferencias; la primera fue sobre el Cuidado y Reserva del Agua en resumen de como en la actualidad el recurso hídrico ha disminuido y la segunda conferencia basada en la justificación del proyecto titulado SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO dando así algunas pautas de lo que se ha realizado con el prototipo que es una de las fases del proyecto.

En constancia de lo anterior, se firma a los nueve días (9) del mes de Junio de dos mil veinte (2020).

TANIA CRUZ RUIZ
CC 1018474336

VALERY LOZANO MARTINEZ
CC 1072467422

LISTA DE ASISTENCIA
 CONFERENCIA DEL PROTOTIPO
 PROYECTO DE GRADO "SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO"

NOMBRE	APELLIDO	CARGO	TELÉFONO	FIRMA
Lilron Andres	Pojantu Casas	Guante	3167349927	<i>Lilron P.</i>
Harol Steven	Quintero Lopez	S/ Tesoro	3733243697	<i>Harol</i>
Iovan Dario	Martes Rodriguez	fosante	3129807884	<i>Iovan M.</i>
AIWA ROCIO	LOBUE REYGI	OPERARIA	3203353717	<i>Rocio</i>
Daniel Arturo	Laverde Ortiz	Jefe Operativo	3214258322	<i>Daniel</i>
Mauricio	Bermudez	Operario	3007813665	<i>Mauricio Bermudez</i>

EMPRESA DE SERVICIOS DEL GUAJIVA EMSERGUJIVA S.A.S. E.S.P.

NOCAIMA CUNDINAMARCA

9 JUNIO 2020

HORA 8:30 am - 9:30 am

LISTA DE ASISTENCIA
 CONFERENCIA DEL CUIDADO Y RESERVA DEL AGUA
 PROYECTO DE GRADO "SENSOR ULTRASÓNICO PARA ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO"

NOMBRE	APELLIDO	CARGO	TELÉFONO	FIRMA
Lilian Andrea	Pizarro Casas	Guante	3167349927	
Harold Steven	Quintero Rojas	S/ Tesorero	3733243897	
Iovan Varrio	Marles Rodriguez	Asistente	3125837884	Iovan M.
Alba Docio	LUGUE REYES	OPERARIA	320 3353717	
Daniel Arturo	Laverde Ortiz	Jefe Operativo	321 4258322	
Mauricio	Bermudez	Operario	300 7813665	Mauricio Bermudez

EMPRESA DE SERVICIOS DEL GUALIVÁ EMSERGUALIVÁ S.A.S. E.S.P.

NOCAIMA CUNDINAMARCA

9 JUNIO 2020

HORA 8:30 am - 9:30 am

Nota: Las siguientes imágenes son fuente propia de los integrantes de la Empresa de Servicios Gualivá del municipio de Nocaima quienes asistieron a la conferencia del Prototipo, la Reserva y Cuidado del Agua; estas se tomaron mediante la plataforma de Microsoft Teams.



UNIVERSIDAD
Piloto
 DE COLOMBIA

**SENSOR ULTRASÓNICO PARA
 ADMINISTRAR EL RECURSO HÍDRICO .**

VALERY LINDELLEY LOZANO MARTINEZ
 TANIA JESSENIA CRUZ

Fuente Propia



EL AGUA EN EL MUNDO

70%
 de la superficie está cubierta de agua

97.5%
 de agua dulce

2.5%
 de agua dulce

70%
 de agua dulce se usa en la agricultura

30%
 de agua dulce se usa en la industria

1%
 de agua dulce se usa en el sector residencial y comercial

10%
 de agua dulce se usa en la agricultura

15%
 de agua dulce se usa en la industria

15%
 de agua dulce se usa en el sector residencial y comercial

Fuente Propia

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Ante la problemática del recurso hídrico es evidente la necesidad de administrar los recursos naturales de una manera más efectiva, optimizando la obtención de ellos, de manera que surja la idea de controlar el suministro de recursos hídricos.

Como una medida de administración para garantizar la reserva de este recurso se encuentran los tanques de almacenamiento, últimamente se están realizando pruebas con un sistema ultrasónico que permita cuantificar de una manera adecuada los volúmenes hídricos extraídos de diversas fuentes hídricas, y es aquí donde partimos de un echo simple y es que dispositivos miden estos valores, y se obtienen en gran variedad

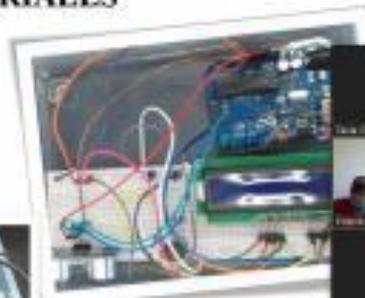
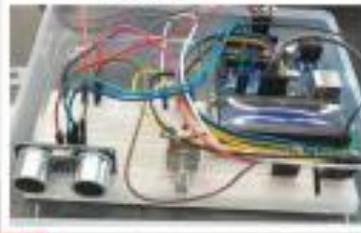


Fuente Propia

MATERIALES

FASE I

- Arduino
- Protoboard
- Sensor Ultrasónico
- Pantalla



Fuente Propia

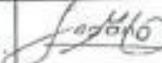
Fuente Propia

ANEXO 5



ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. 5
LUGAR: Nacairna, Cundinamarca Planta de tratamiento Agua Potable. FECHA: "La Laja" 5 Septiembre. HORA: 8:00 am -
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Recorrido del proceso del sistema de tratamiento de Agua Potable. • Evidenciar como dar el alcance al proyecto y en que tanque de almacenamiento se dejará el prototipo.
TEMAS TRATADOS: <p>Se ingresa a la Planta de tratamiento de agua potable cumpliendo con los protocolos de bioseguridad el personal que se encuentra al momento de hacer la visita es Rocío C Operario que cumple un horario en diferentes turnos. Se indica por parte de ella que en el momento se encuentran 2 personas en la planta para dar un buen funcionamiento.</p> <p>Se da inicio al recorrido con el tanque homogenizador con una capacidad de 2.23 m³ el tanque en términos generales se encuentra en buenas condiciones pero se evidencia que en varios momentos hay desperdicio del recurso hídrico que este tanque recibe canal de la quebrada Natavia en temporadas de sequía y en temporadas de lluvia por gravedad de la Quebrada la Hoja y el Tigre, se continúa con el proceso que es la canaleta Pharisall en la cual se realiza caracterización con la aplicación de Sulfato 3.5 mg y 500 lt de agua, se continúa con la floculación con tipo de flujo toronado después la sedimentación el cual se encuentra en buenas condiciones tanto físicas como operativas, el proceso de Filtración (4) los cuales se limpian constantemente, se cuenta con laboratorio y el tanque de almacenamiento de agua potable el nivel lo toman con una vara en PVC marcada. Se establece de la visita que el prototipo se dejará en el tanque homogenizador.</p>

COMPROMISOS: • Realizar visita a los puntos de bombeo.
PRÓXIMA REUNIÓN: • El 10 de Octubre de 2021.

ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. 5				
PARTICIPANTES				
ENTIDAD	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	FIRMA
Empresa Servicios Guatava Narand	Harold Quintero	emserqualiva@gmail.com	313 324 3891	
Universidad Piloto Colombiana	Valery Lozano Martinez	valery-lozano@upc.edu.co	3124270390	
Empresa Servicios Guatava	Rocio C.	emserqualiva@gmail.com	3223353717	

ANEXO 6

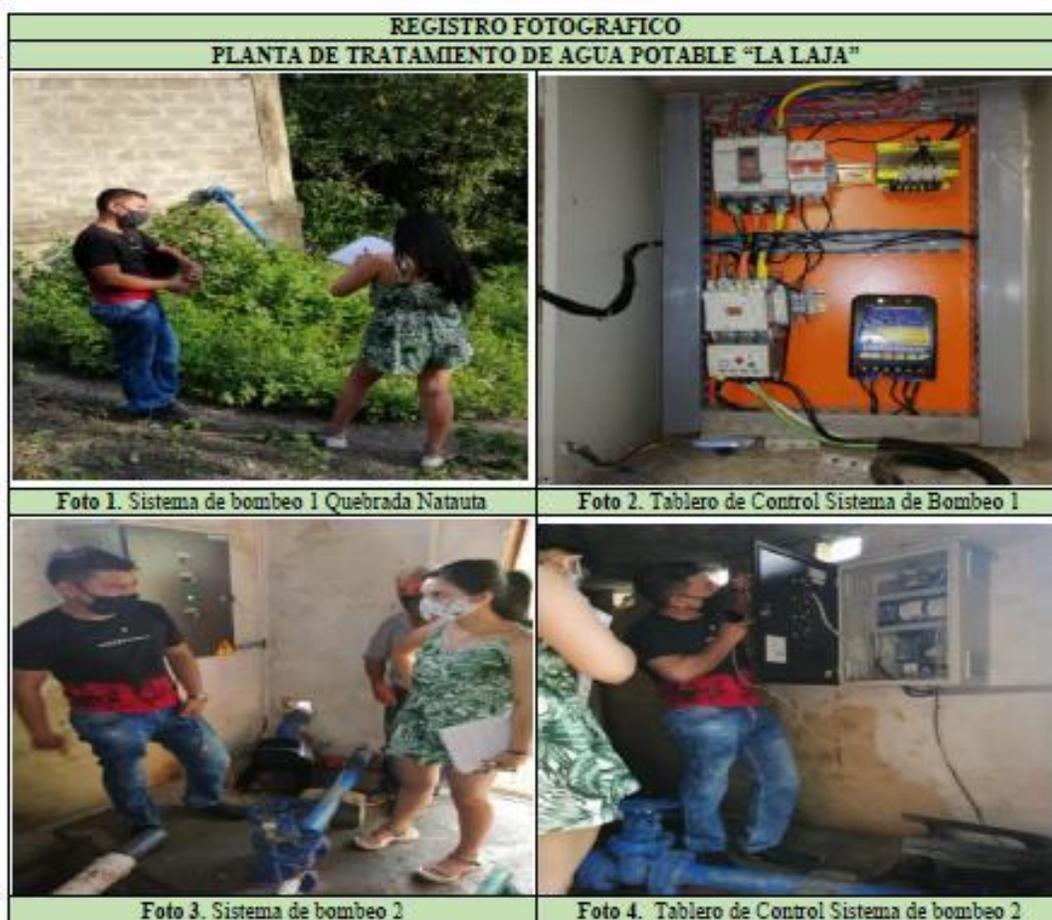


ANEXO 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO.

1. Visitas y diagnósticos.

Se realizó la visita a la Planta de Tratamiento de Agua Potable el 25 de Agosto 2020 y el 28 de Agosto se realizó visita en los puntos de bombeo.

2. PTAP



REGISTRO FOTOGRÁFICO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "LA LAJA"



Foto 5. Planta de tratamiento Agua Potable "LA LAJA"



Foto 6. Tanque Homogenizador



Foto 7. Cámara de Entrada



Foto 8. Medicion de Volumen Tanque de Almacenamiento de Agua Potable

REGISTRO FOTOGRÁFICO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "LA LAJA"



Foto 9. Tanque Homogenizador



Foto 10. Canaleta Pharrshall



Foto 11. Floculador



Foto 12. Sedimentación



REGISTRO FOTOGRAFICO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "LA LAJA"



Foto 17. Caseta



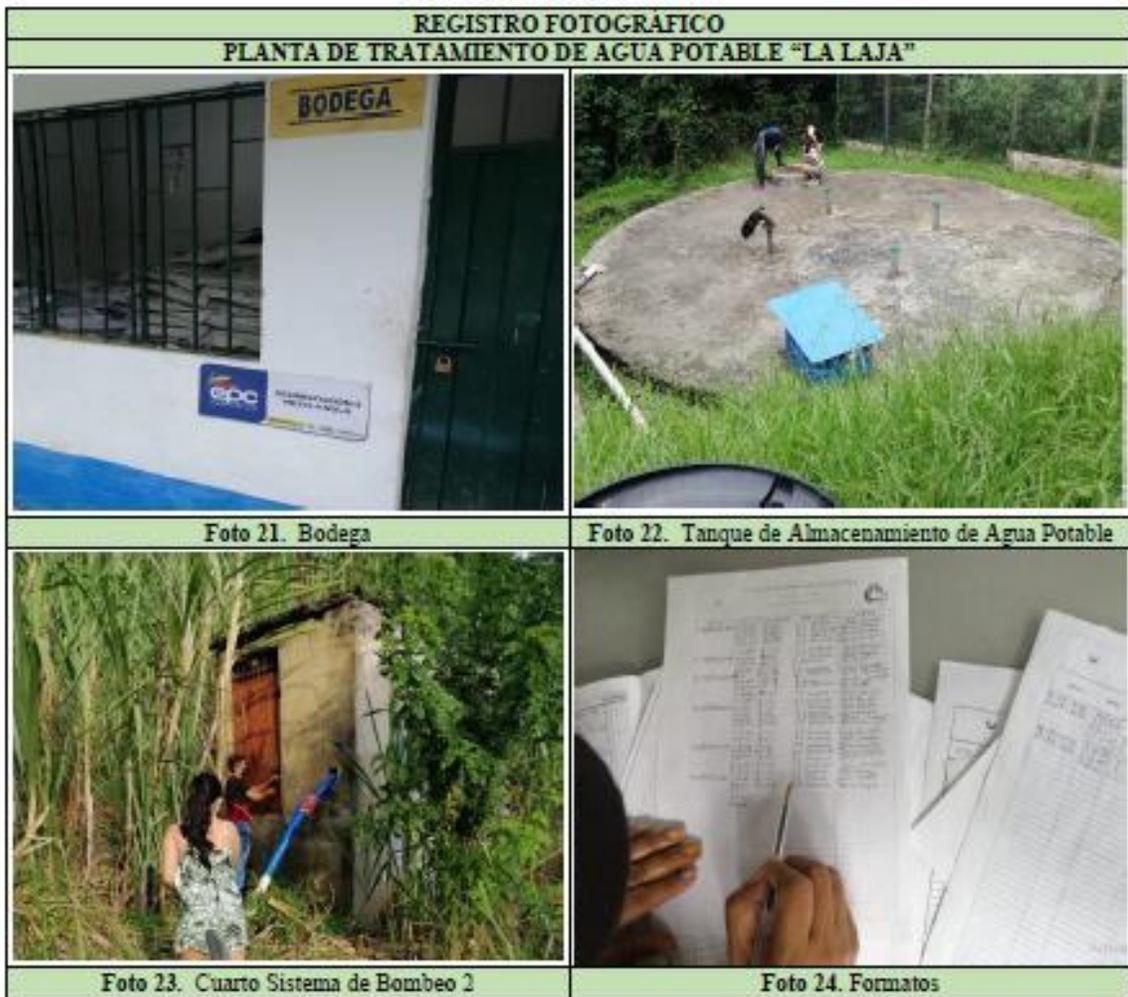
Foto 18. Cuarto de dosificación



Foto 19. Tanque de Almacenamiento de Agua Potable

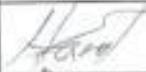
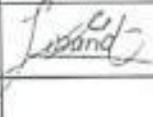


Foto 20. Tanque de Almacenamiento



ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. 6.
LUGAR: Nocaíma Cundinamarca. FECHA: 10 Octubre. 2021 HORA: 9:00 am
OBJETIVOS: Visita en el Municipio de Nocaíma Cundinamarca <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de bombeo <ul style="list-style-type: none"> - Quebrada Natautá. - Frente a Rayito de Sol. Proyecto Tesis titulado "Servicio Ultrasonico para administrar el Recurso Hidrico".
TEMAS TRATADOS: <p>En compañía de Harol. Quintero Reyes personal que trabaja con la empresa de servicios y quien ha estado acompañado el proceso de investigación en el Municipio de Nocaíma y Valer y Tazaro Martinez estudiante de la Universidad Piloto de Colombia, el día 10 Octubre 2021 se realiza visita a la quebrada Natautá, el cual se compone de una bomba tipo lapicero según se evidencia en la visita el tanque está en regulares condiciones y el operario informa que la tubería con frecuencia presenta fallas, se evidencia también un tablero de control, después se realiza el recorrido al segundo punto sistema de bombeo obs (Frente a Rayito de Sol) se evidencia tablero de control en buen estado y la bomba igualmente ya que fue cambiada en el año 2018 esta bomba trabaja de manera automática y manual posee válvula.</p> <p>Este sistema se pende en temporadas secas, ya que el caudal es bajo y no alcanza a suministrar a los usuarios.</p>

COMPROMISOS: El operario queda en hacernos el favor de remitir la longitud del sistema de bombeo.
PRÓXIMA REUNIÓN: No se pone fecha pero se informa que la próxima visita es para tomar datos

ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. <u>6</u>				
PARTICIPANTES				
ENTIDAD	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	FIRMA
Empresa de Servicios Cualiva	Harold Quintero	emscualiva@gmail.com	313 324 3891	
Universidad Piloto Colombiana	Valery Lozano H.	valery_lozano@upc.edu.co	3124270396	

ANEXO 7



ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. 7				
LUGAR: Nocsima Cundinamarca FECHA: 16 Enero 2021 HORA: 3:00 pm				
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Poner en funcionamiento el sensor ultrasónico y la aplicación en la Planta de Tratamiento de Agua Potable " LA LAJA" 				
TEMAS TRATADOS: <p>Se realiza visita nuevamente a la planta de tratamiento de Agua Potable en compañía del operario Edwin Camacho.</p> <p>Se realiza la conexión del sensor ultrasónico con el computador, se abre el programa de Arduino y la aplicación. Se comienzan tomando datos de llenado del tanque y vaciado de este, una vez obtenidos estos datos se revisa en la aplicación el aumento de la barra y el mensaje de notificación del llenado del tanque homogenizador, el operario de manera manual controla el ingreso del recurso y se cumple con el funcionamiento del prototipo, en la práctica se suelta un cable por lo cual se toman nuevamente los datos durando la toma de datos aproximadamente 15 min.</p> <p>En esta visita se evidencia que el caudal que se recibe es por gravedad de la quebrada la moya y el tigre, de esta manera y teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se da cumplimiento al funcionamiento tanto del prototipo como la aplicación, cabe aclarar que de los datos obtenidos se realizarán las graficas correspondientes para el análisis final.</p>				
COMPROMISOS: Ninguno				
PRÓXIMA REUNIÓN: NA				
ACTA DE REUNIÓN EXTERNA No. 7				
PARTICIPANTES				
ENTIDAD	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	FIRMA
Empresa de Servicios Gualivá	Edwin Camacho	emsergualiva@gmail.com	3106416468	
Universidad del Piloto Colombia	Valery Lozano Martínez	Valery-lozano@upc.edu.co	3124270396	

