



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
Fecha: 29 de octubre de 2021.

C. Ricardo Daniel Vázquez Pérez

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería ambiental.

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

**Diseño e implementación de un lavabo automatizado sustentable, activado con Arduino.**

En la modalidad de: Tesis.

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

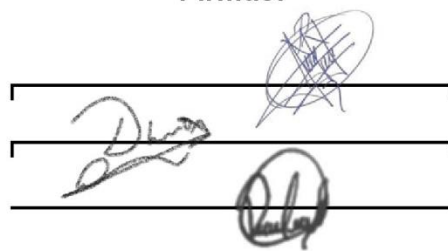
**Revisores**

José Manuel Gómez Ramos

Ulises González Vázquez

Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

**Firmas:**



Ccp. Expediente



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
SECRETARÍA GENERAL  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 29 de Octubre de 2021

C. EDGAR FERNANDO HERNANDEZ CASTELLANOS

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERIA AMBIENTAL

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
"Diseño e implementación de un lavabo automatizado sustentable, activado con Arduino."

---

---

---

En la modalidad de: TESIS

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Mtro. José Manuel Gómez Ramos

Mtro. Ulises González Vázquez

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

---

**Firmas:**

Ccp. Expediente

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES  
DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE  
UN LAVABO AUTOMATIZADO  
SUSTENTABLE, ACTIVADO CON  
ARDUINO.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Presenta:**

**Edgar Fernando Hernández Castellanos**

**Ricardo Daniel Vázquez Pérez**

**Director de proyecto:**

**Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; febrero de 2022.**



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios por la voluntad y la dicha de poder terminar satisfactoriamente la etapa universitaria, al Dr. Rubén Alejandro Sánchez Vázquez, por sus valiosas sugerencias durante la planificación y desarrollo de este trabajo de investigación. Por su disposición a dar su tiempo tan generosamente ha sido muy apreciada.*

*A la escuela de ingeniería ambiental por su apoyo durante la formación académica, al personal docente por su tiempo y dedicación en formar y encaminar nuestro desarrollo académico, al equipo de coordinación por su cálida, acogedora y siempre buena voluntad por servir.*

*A nuestros padres, por el esfuerzo a lo largo de su vida, por el sacrificio en las diferentes etapas de nuestra vida, por su trabajo y amor que han logrado acompañarme para forjar nuestro camino.*

*A nuestros hermanos por su apoyo y formación en diferentes momentos de nuestras etapas de vida.*

*A nuestros amigos y compañeros en las diferentes etapas de vida escolar, que gracias a ellos y a las experiencias se fueron formando el porqué de nuestro presente.*

*A nuestras parejas que en cualquier momento y etapa de formación universitaria fueron un apoyo y también animadoras para no desistir.*

<b>ÍNDICE</b>	<b>Páginas</b>
Índice.....	3
Resumen.....	6
Introducción.....	7
Capítulo I. Marco metodológico.....	9 - 13
1.1- Objetivo.....	9
1.2- Objetivo específico.....	9
1.3- Hipótesis.....	9
1.4- Antecedentes.....	10
1.5- Planteamiento del problema.....	12
1.6- Pregunta de investigación.....	12
1.7- Justificación.....	12
Capítulo II. Marco contextual o referencial.....	14
Capítulo III. Marco teórico.....	15-19
Capítulo IV. Marco legal.....	20 - 21
Capítulo V. Metodología.....	22-32
Lista de materiales.....	23 y 24
Instalación de la tubería.....	24 y 25
Armado del circuito.....	25 - 27
Programación.....	27
Lavabo: construcción y diseño.....	28
Cálculos de caudal y cálculos esenciales.....	28 -30
Cálculo para el tamaño de la muestra para población finita.....	31
Cálculos y datos necesarios para obtener el tamaño de muestra.....	31
Capítulo VI. Resultados y análisis .....	33- 50
Conclusión.....	51
Anexos.....	56

Referencias.....	61
------------------	----

<b>Índice de ilustraciones</b>	<b>Páginas</b>
Ilustración 1.....	14
Ilustración 2.....	25
Ilustración 3.....	26
Ilustración 4.....	28
Ilustración 5.....	29
Ilustración 6.....	29
Ilustración 7.....	33
Ilustración 8.....	33

<b>Índice de Gráficos</b>	
Gráfica 1.....	37
Gráfica 2.....	38
Gráfica 3.....	42
Gráfica 4.....	43
Gráfica 5.....	44
Gráfica 6.....	45
Gráfica 7.....	46
Gráfica 8.....	47
Gráfica 9.....	48
Gráfica 10.....	49

<b>Índice de anexos</b>	<b>Páginas</b>
Anexo 1.....	56
Anexo 2.....	57
Anexo 3.....	57
Anexo 4.....	58
Anexo 5.....	58
Anexo 6.....	59
Anexo 7.....	59
Anexo 8.....	60
Anexo 9.....	61
Anexo 10.....	62
Anexo 11.....	63

## **RESUMEN**

En la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, específicamente en la escuela de ingeniería ambiental, la comunidad estudiantil hace uso cotidiano del agua ya sea para servicio sanitario o para mantenimiento de las instalaciones, siendo el primero el que genera un desperdicio de este recurso. Mediante encuestas se obtiene información de la comunidad estudiantil, el análisis de estos datos nos muestra valores sobre el gasto de agua aproximado que los estudiantes suelen realizar durante el lavado de manos, y la aceptación que tuviera ante un prototipo ahorrador de agua activado con arduino elaborado mediante materiales de reusó, así mismo se compara con los valores de otros autores respecto al gasto obtenido en griferías automatizadas de venta en el mercado. La tecnología juega un papel importante en la sociedad, por lo cual administrar bien estas tecnologías ayuda a generar una herramienta que proporcione de manera adecuada y ordenada del vital líquido.

Palabras clave: Gasto de agua, prototipo ahorrador de agua, arduino, materiales de reusó.



## INTRODUCCIÓN

Desde principios de la formación de los pueblos humanos primitivos el agua ha sido parte fundamental para el crecimiento de asentamientos y que sobre todo el paulatino en la sostenibilidad de sus actividades ya sea agrícola, la ganadería y el consumo humano fuera para aseo personal o para alimentación de la población debido a que a principios el agua atendía las necesidades de localidades con un índice poblacional minoritario y además llevaban a cabo actividades donde el uso requería una mínima utilidad de agua y esto genera poco gasto de la misma.

Se dice que en la actualidad existen diversidad de tecnologías automáticas para todo tipo de industrias, que además que permiten generar un impacto ambiental positivo siendo éstas menor cantidad en uso por su alto precio, se debe recurrir al diseño de sistemas menos complejos, pero con un impacto positivo para el medio ambiente y la sociedad, las soluciones que permiten un avance en materia de productos sostenibles deben ser el foco actual de la ciencia, el agua es un recurso indispensable para la supervivencia del ser humano, el porcentaje de agua disponible para consumo es menor al 1% del total del planeta, el crecimiento exponencial de la población representan una amenaza futura para dicho recurso natural.(*GAMBOA JOHAN,2014*).

Una de las propuestas actuales para afrontar son sistemas que permitan el uso eficiente del agua, estos sistemas dan oportunidad de combinar métodos esenciales que puedan priorizar y minimizar el gasto y consumo del agua, aunque en un principio puede ser difícil combinar tres conceptos como es la tecnología, la ingeniería y la sustentabilidad estos al trabajar en conjunto denota una gran eficacia pues gracias a ello se manifiestan grandes oportunidades para un desarrollo sostenible y sustentable.

Bajo este proyecto se busca sensibilizar a la población (N) sobre el gasto adecuado de agua porque ellos al ser los usuarios que son los beneficiarios principales se tiene que impartirles una educación de ahorro mediante herramientas que hagan cambiar el comportamiento social referente al agua y así utilizar la tecnología como una herramienta en la ayuda del abastecimiento de agua más agradable con la sociedad y con el medio ambiente a la vez.

El proyecto de lavabo automático tiene como base el uso de sensores que activan una salida y corte de paso de agua, estos permiten controlar el acceso del vital líquido mediante comandos específicos y los cuales controlan el tiempo, la distancia de percepción e inclusive pueden manejar la cantidad de caudal. El cerebro principal es un sistema de cerebro que permite guardar y enviar los comandos de activación de los dispositivos conectados a él, en ese caso se

utilizó un sistema Arduino, este último activa una electroválvula que proporciona la presión y da paso de la tubería principal a la llave de salida todo este conjunto tiene una meta y es minimizar o más bien controlar el tiempo, cantidad y número de veces que puede ser activado a diferencia de una llave de lavabo tradicional que aunque puede ser bueno tiene con sus contrarios y esto puede ser negativo si de ahorro de agua hablamos.

## **CAPÍTULO I- MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1- OBJETIVO:**

Diseñar e implementar un sistema automatizado por Arduino para un lavabo que permita la eficiencia en el gasto de agua.

### **1.2.- Objetivos específicos:**

- Realizar una encuesta y analizar los datos sobre el consumo de agua en un lugar en específico.
- Diseñar modelo de lavabo automatizado en el cual se propongan materiales para su construcción.
- Generar el modelo propuesto de lavabo automatizado y colocarlo en un lugar en específico para analizarlo.
- Analizar la eficiencia del lavabo automático mediante la opinión de diferentes usuarios.

### **1.3- HIPÓTESIS**

El uso de sistemas automatizados puede dar solución al desperdicio de agua en lavabos convencionales en donde se presentan desperdicios del elemento hídrico ocasionados mediante el desgaste de sus piezas generando fugas y goteras o bien, por el mal uso de parte de los usuarios generalizando al desperdicio de agua como un efecto antropogénico ligado al descuido o falta de conciencia.

#### 1.4- ANTECEDENTES.

El agua no es algo que se pueda usar únicamente una vez. ¡Por miles de años el ser humano ha usado la misma agua que usamos actualmente todos los días!, en gran medida las sociedades funcionaban como una parte intrínseca de la naturaleza, las simplificaciones a los sistemas naturales no afectan la fisonomía general de los mismos, algunas especies eran disminuidas, incluso extinguidas, otras eran promovidas, aumentando su población y extendiendo las áreas de ocurrencia. Sin embargo, a través del tiempo, el equilibrio natural se sostenía. En estas épocas, los cuerpos de agua y acuíferos eran utilizados de acuerdo a las necesidades fisiológicas, sociales y productivas, pero en esta etapa no alcanzaba niveles que pudieran afectar el equilibrio de los sistemas. Los interfluvios y los valles permanecían debido a una protección vegetal poco modificada y los regímenes hidrográficos eran estables y relativamente predecibles. De la misma manera se incrementó la importancia del sector social enfocado al comercio.

De acuerdo con *Gamboa (2014)* aproximadamente hace 7000 años, en Jericó, el agua almacenada en los pozos, se utilizaba como fuente de recursos, además se empezó a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Este transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas, más tarde se comenzaron a utilizar tubos huecos. Como ejemplo: lo implementado en Egipto, donde se utilizan árboles huecos de palmera, mientras en China y Japón utilizaron troncos de bambú, y más tarde, se comenzó a utilizar cerámica, madera y metal. En Persia la gente buscaba recursos subterráneos. El agua pasaba por los agujeros de las rocas a los pozos. Alrededor del año 3000 a.C., la ciudad de Mohenjo- Daro (Pakistán) utilizaba instalaciones y necesitaba un suministro de agua muy grande. En esta ciudad existían servicios de baño público, instalaciones de agua caliente y baños.

Otro dato importante es el obtenido en *Paniagua (2017)* donde menciona el uso de la primera bomba de agua atribuida a Arquímedes (tornillo de Arquímedes) en el siglo III a.C., aunque este sistema ya había sido utilizado anteriormente por Senaquerib, rey de Asiria, en el siglo VII a.C., a principios del siglo VII a.C., Senaquerib, rey de Asiria, mandó construir un acueducto que abastecería a su capital, Nínive, con un recorrido de más de 40 km entre acueductos y canalizaciones; y para el siglo II a. de C., en la ciudad de Pérgamo se da a conocer con la invención del primer sistema de distribución de agua por presión atmosférica.

Citando a *LOCKEN (2017)* destaca que, en el siglo I, los palacios de los romanos ya existían cañerías para el agua y en la parte final existía un artefacto rudimentario que consistía en una grifería de muy diversa forma y tamaño.

*Peraza (2009)* deduce que, en Europa del siglo XIII, las tuberías eran de madera, y es donde empezaron a utilizarse como alcantarillado y suministro urbano, alcanzando su apogeo en los siglos XVII al XIX.

Desde el punto de vista de *H2olimpio (2017)* y *Petra (2019)* enfatizan que el siglo XV, con la aparición del agua corriente y la fontanería, surgen los primeros lavabos que eran una evolución de los recipientes primitivos, todo se dio a partir de los cambios en Europa referente a la higiene.

Según *Gutiérrez (2018)* la primera tubería instalada de hierro fundido, fue en Alemania en 1455, después se extendió a Francia en 1688, Londres 1746 y Estados Unidos en la ciudad de Filadelfia sustituyendo las de madera en 1804; para 1948 se dio un avance histórico en el diseño de tubería con el desarrollo de tuberías de hierro dúctil, la cual brindaba una mayor resistencia y flexibilidad.

Según *polivinílicos (2011)* en 1884 afirma que los nuevos hábitos de higiene se difunden internacionalmente, y los cuartos de baño empiezan a generalizarse como parte de la vivienda. Se pasa del lavabo único y común en las plantas bajas a un baño por vivienda, y este va ganando más espacio. Progresivamente, se desarrolla el sistema de alcantarillado moderno, que conlleva la modernización del cuarto de baño y de todos sus elementos (tuberías, grifos, desagües, etc.).

Tal como *Rayburn (2017)* indica que, 1920 se da el surgimiento de la tubería de PVC a manos de la empresa BF Goodrich, en 1963 Alemania es el primer país en aprovechar esto para la instalación de tubos de PVC para el agua potable, para el año de 1950 EUA se suma a las tuberías de PVC y en poco tiempo se pudo expandir por todo el mundo.

Teniendo en cuenta a *Novelec (2017)* declara que la fontanería moderna puede situarse a finales del siglo XIX, con la utilización de tubos de hierro fundido, y con la sustitución de estos, ya que eran soldados mediante un quemador de plomo haciendo que el plomo quedara en contacto con el agua. Actualmente este sistema está prohibido porque el desgaste de las tuberías por la fricción con el agua propicia que se desprendan partículas de plomo que llegan a los consumidores mezclados con el agua. El hierro fundido ha sido sustituido por otros materiales de fontanería como el cobre, acero, PVC o polipropileno, que se sueldan con distintos materiales no contaminantes.

Desde 1992, año en que se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo (UNCED), se ha aceptado el hecho de que el agua es un asunto de interés prioritario, tanto a escala local como global. Así lo corroboran las declaraciones respecto al agua acordada en la Cumbre de las Américas o los principios de Dublín, tendientes a hacer un uso sustentable de este

recurso, por citar algunos ejemplos. También es a principios de la década de los años noventa que el sector privado ha visto la oportunidad de incrementar su participación en el sector agua, aprovechando la coyuntura para lo que se antoja un excelente negocio, ya que solamente en el rubro de agua potable y saneamiento, de acuerdo con la meta de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en 2002 en Johannesburgo, se espera reducir a la mitad la proporción de la población sin acceso al agua potable y servicios básicos de saneamiento antes del año 2015.

### **1.5- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El uso indiscriminado del agua es por mucho hoy en día una problemática que se desarrolla entre nosotros de manera silenciosa y espontánea, en el programa educativo de ingeniería ambiental, se ha observado que la mayoría de los alumnos utilizan de manera inadecuada los equipos de suministro de agua, ya sea por el tiempo que pueden dejarlos abiertos, o bien por el deterioro ocasionado mediante el uso de los lavabos impidiendo el cerrado en el paso de agua; más aún, existen baterías de baño e inclusive de fregaderos que tienen como principal idea el aseo personal y de ciertos objetos de los cuales requieren lavado, esto significa que el problema no solo es de lugares públicos sino también de interés privado como son hogares, centros de interés social y con empresas en los cuales puede ser continuo el uso de este componente, en la actualidad se enfrenta la sociedad con una problemática tan fuerte como es el virus SARSCOV-2 (covid-19) que por mucho exige aseo constante de las manos y por lo consiguiente un uso indiscriminado del agua ante el abuso del mismo, optimizar estos equipos con tecnología que permitan ser más prácticos es de suma importancia.

### **1.6- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Por qué un producto ahorrador de agua ayudará a concientizar a los alumnos en el uso y cuidado del recurso hídrico?

### **1.7-JUSTIFICACIÓN**

El consumo del recurso hídrico es una problemática que está presente en nuestro día a día, sin darnos cuenta, se exhibe ante nosotros, principalmente en la realización de las necesidades básicas, todo puede exponerse al momento de usar los artefactos que requieren o dependen de una fuente de abastecimiento de agua; todo lo anterior demuestra, que las variables como el tiempo de uso, la

cantidad de agua y las veces que se utiliza en el momento o durante el día, no son consideradas por los usuarios de dichos dispositivos.

En cuanto a la investigación se diseñará e implantará un sistema automatizado por Arduino para un lavabo que permita la eficiencia en el gasto de agua. Con el sistema automatizado se obtendrán datos cuantitativos mediante la realización de encuestas y el análisis e interpretación de las variables presentes en el sistema, todo de acuerdo al consumo de agua registrado por los estudiantes de la escuela de ingeniería ambiental de la UNICACH, este esfuerzo presentará la obtención de variables que nos ayuden en el análisis del gasto de agua entre los estudiantes.

Mediante el uso por parte de los estudiantes de la escuela de ingeniería ambiental, se garantizará la eficiencia del dispositivo, y se podrá representar la aceptación y funcionamiento del sistema automatizado, para tal efecto, los beneficios de esta investigación, serán para la escuela de ingeniería ambiental al ayudar a ahorrar y reducir la cantidad de agua consumida por los alumnos, otra forma de contribuir sería mediante los usuarios, al concientizarlos ciertamente en el ahorro de los recursos hídricos, y en la importancia de la implementación de sistemas los automatizados como ayuda estratégica para el cuidado del agua.

## CAPÍTULO II. MARCO CONTEXTUAL O REFERENCIAL

La escuela de ingeniería ambiental es perteneciente a la universidad de ciencias y artes de Chiapas ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez con dirección en Libramiento Norte Poniente No. 1150, Col. Lajas Maciel, C.P. 29039, frente al Teatro Universitario "Juan Sabines Gutiérrez".



*Ilustración 1- Se muestra la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, señalando a la escuela de Ingeniería Ambiental, ubicada al noroeste de ciudad universitaria. Fuente Google earth con datos de 2020.*



### **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

Importancia del agua.

En la actualidad el uso del agua es de gran importancia con relevancia en la sociedad, sea cual sea el argumento el sustento inicial de una población, es el vital líquido debido a sus características ya sea para el consumo o para aseo personal u otras necesidades que son comunes el día a día.

La evolución de las sociedades en el campo industrial ha sido muy drástica el uso de recursos se ha llevado en gran medida para la elaboración de materia prima y a su vez de producción de objetos cotidianos sea construcción sea equipamiento, pero eso no es la visión inicial si no la de poder facilitar la vida cotidiana de una población que intenta desesperadamente satisfacer necesidades básicas, pero ha ido creciendo tan repentinamente que solo da oportunidad de generar las facilidades más no la sustentabilidad y la responsabilidad ya sea directa o indirecta con el medio.

De acuerdo con *Fernández Alicia, 2012*: La disponibilidad de agua es de suma importancia para la vida y el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo. Los recursos disponibles deben repartirse entre numerosos usuarios además de tener en cuenta las necesidades del medio ambiente. Durante muchos años, todos los recursos eran considerados disponibles para cualquier uso antrópico, sin tener en cuenta la calidad o las necesidades para los usos ambientales.

El consumo moderado de los recursos hídricos.

Esta de la mano con el cuidado de los recursos naturales, al comparar estas evidencias, se sabe que son uno mismo, dicho de otro modo, si mantenemos un buen manejo de estos podemos disfrutarlos por mucho tiempo; las prácticas cotidianas hacen que, como sociedad, se marquen estereotipos dañinos, incrementado las prácticas de consumo y disminuyendo el interés que merecen los temas hídricos. No obstante, el recordar cuántas veces nos lavamos las manos es difícil, dentro de este marco se le puede sumar el tiempo en el que se hace y la cantidad de agua que podemos consumir en determinado tiempo.

Aun cuando el tema del agua se ha centrado principalmente en las necesidades humanas, es indispensable destacar su importancia como elemento clave para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas naturales y su biodiversidad. Sin el agua que garantice su función y mantenimiento, los ecosistemas naturales se degradan, pierden su biodiversidad y con ello dejan de proveer o reducen la calidad de los bienes y servicios ambientales que sostienen a las sociedades (SEMARNAT, 2012).

## Consumo responsable del Agua

Hoy en día se tiene muy en cuenta que hay una carrera contra el tiempo con el tema del agua por eso llevar a la práctica métodos modernos ya sea para facilitar o mejorar la distribución de agua es importante debido a que esto prolongará el beneficio de tener disponibilidad a este recurso y a su vez mantener una sustentabilidad con los niveles acuosos del entorno.

Según Silva Manco menciona de manera muy sutil que El uso eficiente de agua trae consigo beneficios, tanto a las empresas prestadoras del servicio de agua potable y alcantarillado en ahorro, en desarrollo y construcción de nueva infraestructura, disminución en pérdidas comerciales, disminución de costos operativos, manejo de sequías y corte de suministro, como a los usuarios, quienes obtienen un ahorro de dinero en el pago por el consumo y por el servicio de alcantarillado.

Aplicar métodos eficientes de distribución generaría un impacto mayor en el uso cotidiano del agua por un lado es el beneficio sustentable y agradable del medio ambiente mientras que por el otro la economía de las personas se vería poco afectada por herramientas que reduzcan el gasto y sobre todo el desperdicio del agua.

Mejorar sistemas de lavado que sean eficientes y a su vez generosos con el medio ambiente garantiza que la tecnología, sustentabilidad y sostenibilidad sean conceptos que claramente se podrían trabajar al mismo tiempo siendo un buen punto de partida para facilitar, modernizar y alcanzar un eficiente uso y bajo desperdicio del vital líquido.

## Ahorro del agua

La preocupación por usar mejor el agua no es nueva, de hecho, muchas de las técnicas de riego, como la nivelación parcelaria o la reducción de evaporación con camas de rastrojo, son tan antiguas como la construcción en Inglaterra del primer excusado de bajo consumo allá por 1890, por *Thomas Crapper (Corning, 1990)*.

En la actualidad la importancia del ahorro genera cada vez más oportunidades para actualizar sistemas que reduzcan el desperdicio de agua y no permitan una gran pérdida del agua.

## Sistemas automatizados

Todo aquel sistema en el cual se involucra la tecnología y la programación, por lo que sigue, se le ingresan comandos para cumplir funciones específicas, por otra

parte, requiere de la relación de sensores, cables y diferentes dispositivos electrónicos, dependiendo la utilidad y función.

El control y la automatización resultan cada vez más importantes en el campo de la industria, así como en el campo de la ingeniería, el identificar una necesidad y crear soluciones basadas en sistema permiten crear oportunidades de desarrollo *(Castillo, 2014)*

El combinar los avances tecnológicos para el cuidado de los recursos naturales, son de mucha importancia, ya que estos pueden mejorar la disposición y funcionar como una herramienta para facilitar la gestión y manejo de los recursos, además, facilita las actividades de las personas y mejorar su economía.

La aplicación de los sistemas automatizados, es más que considerada como una forma tecnológica de ayuda, en virtud, de que hace la vida de las personas descentralizadas de ciertas actividades que regulan y en todo caso se encargan de dicho funcionamiento.

Electrónica:

Es una rama de la electricidad y de la física que se encarga del estudio del comportamiento de los electrones en diversos medios, tales como el vacío, los gases y los semiconductores. Es una ciencia que se fundamenta mediante la invención del diodo de vacío, y que sus atribuciones corresponden mediante la construcción de circuitos de control ya sea con válvulas, diodos y transistores; Se puede entender también como una rama de la ingeniería capaz de estudiar el aprovechamiento de la electricidad en diferentes componentes o dispositivos para generar, transmitir o almacenar información.

Corriente: Es el flujo de cargas eléctricas que se transmiten a través de un conductor, en este caso puede fluir de manera alterna o continua.

Directa (110-20)

Alterna (baterías)

Arduino:

Es un microcontrolador de código abierto, una sencilla y económica placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo en el lenguaje de programación Processing basado en Java con una fácil curva de aprendizaje.

Sensor:

Es cualquier dispositivo que responde mediante la generación de una señal eléctrica, y frente a estímulos o señales físicas o químicas.

Tipos de sensores compatibles conformes *Arduino (2017)*:

Sensor de distancia por ultrasonido:

El sensor ultrasónico emite cíclicamente un pulso acústico de alta frecuencia y corta duración hacia el objeto y detecta el eco producido por el retorno de la señal midiendo el tiempo que tarda.

Detección de movimiento por infrarrojos:

El sensor envía un rayo de luz infrarroja hacia el objeto y su reflejo es concentrado por un lente receptor para determinar la distancia mediante triangulación entre el emisor, objeto y receptor.

Unidad relé:

Es un dispositivo electromecánico que está conformado por un electroimán y varios contactos y funciona de la siguiente manera, que al pasar una pequeña corriente por la bobina el núcleo se magnetiza y atrae al inducido hacia uno de sus extremos, empujando por el otro a uno de los contactos hasta que se juntan, lo que permite el paso de la corriente a través de ellos

Electroválvula:

Válvula accionada por un electroimán, que regula un circuito hidráulico o neumático. Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

Circuitos:

Se presenta el diseño de la estructura de base fija para realizar diferentes pruebas a cada uno de los sensores mientras se realiza la adquisición de datos.

Tubo:

Elemento en forma de anillo de sección transversal constante.

Tubería:

Conjunto de tubos utilizado para trasladar un fluido de un lugar a otro, se puede encontrar de diferentes materiales como plásticos y metales.

A lo largo de la historia, las tuberías han ido evolucionando, principalmente en el contenido de su estructura, inicialmente comenzó con estructura de madera, con el tiempo se presentaron las de estructura metálica, hasta finalizar con componente plástico.

Tipos de Tuberías

### Tuberías de PVC:

El PVC se considera un polímero versátil debido a su capacidad para interactuar con diferentes aditivos, que pueden cambiar sus características dentro de una amplia gama de propiedades, que van desde rígidas a flexibles.

Tuberías de polietileno (PE) y de polipropileno (PP).

### Lavabos:

Los lavabos son unas cubetas o recipientes que reciben el agua a través de una llave y deben estar situados a una altura cómoda para que las personas puedan lavarse las manos, los brazos, el torso, la cara y la cabeza. Los lavabos denominados lavamanos son de dimensiones reducidas en los que una persona puede lavarse cómodamente las manos, pero que resultan un poco pequeños para lavarse la cara o la cabeza. Los lavabos están contruidos generalmente por un solo cuenco o seno, pero los hay también con dos senos, con el fin de que puedan ser utilizados simultáneamente por dos personas. No obstante, lo más corriente es disponer unidades independientes en los casos en que se desee instalar más de un lavabo.

### Cálculo de Caudal

Es una medición directa que puede ser instantánea o bien un promedio acumulado de un tiempo definido, se identifica por ser la medición de un volumen sobre la unidad de tiempo; para su cálculo pueden dividirse en dos diferentes métodos conocidos como: métodos directos e indirectos. Sus unidades son representadas en una unidad de volumen dependiendo de la cantidad y el tiempo que se estime, principalmente puede ser expresado por el producto de un área por la velocidad, o bien en la diferencia de un volumen sobre una unidad de tiempo.

## **CAPÍTULO IV. MARCO LEGAL**

### **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM)**

- Artículos 4:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines”.

- Artículo 27
- Artículo 115:

fracción III- los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

Apartado “a”: Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

**LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN):** En la cual el gobierno de la república manifiesta su interés principal hacia el uso de a todos los cuerpos de agua que se encuentre dentro del territorio nacional de los estados unidos mexicanos y que su interés y disposición es de índole social y orden público, para mantener un control sobre la explotación, el uso y aprovechamiento del agua para lograr un desarrollo sustentable, la ley antes mencionada manifiesta un interés profundo hacia el tema del AGUA, además de que esta ley fue expedida por el Congreso de la Nación.

- Reglamento de la LAN

### ***LEY FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA***

### ***LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) EN SUS ARTÍCULOS 88 AL 133.***

***NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-230-SSA1-2002, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, REQUISITOS SANITARIOS QUE SE DEBEN CUMPLIR EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PÚBLICOS Y PRIVADOS DURANTE EL MANEJO DEL AGUA. PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO.***

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-179-SSA1-1998,** VIGILANCIA Y EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, DISTRIBUIDO POR SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-STPS-1998** COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCTOS EN TUBERÍAS.

**NORMA MEXICANA NMX-AA-161-SCFI-2015** GRIFERÍA SANITARIA - REGULADORES DE FLUJO ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. : En el cual se aplica la regulación de las griferías para obtener un uso eficiente de estas mismas, para el cual también es necesario las especificaciones rigurosas de todos los reguladores de flujo, además de manifestar los métodos de prueba que se le aplican para corroborar el buen estado de dichas piezas y la información necesaria al público consumidor; esto en parte garantiza un uso sustentable, además garantizar el ahorro del agua y la economía, en el aspecto ambiental se manifiesta en el carácter del agua, esta es expedida por la Secretaría de Economía del gobierno federal.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CONAGUA-2011,** SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA: Como parte fundamental del desempeño de los sistemas de distribución de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario esta norma regula el desempeño de los materiales y la hermeticidad con la que se desenvuelven durante un largo plazo, para eso se proponen diseños de operación y condiciones de mantenimiento para prolongar su vida útil, esta NOM tiene un interés hacia el agua y su ahorro, y está expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-002-CONAGUA-2015,** APARATOS Y ACCESORIOS DE USO SANITARIO: Como norma oficial rige las indicaciones más específicas con las que deben cumplir las herramientas sanitarias y sus accesorios con los cuales cuentan algunos, esto basándose en que deben cumplir para asegurar su operación, su hermeticidad y su eficiencia, otro rasgo importante de dicha norma es que contiene los métodos de prueba a los que se someterán para verificar el cumplimiento y evaluar conformidad, la información adquirida para cumplir con los requisitos para el público.

## **CAPÍTULO V. METODOLOGÍA**

La metodología se considera la etapa descriptiva y metodológica de todo proceso de investigación, para *Hernández et al. (2014)* describe a la metodología como el conjunto de métodos seguidos para lograr nuestros objetivos, y a los métodos como una manera de camino o modo de hacer las cosas de manera ordenada.

El tipo de enfoque en la presente investigación es de carácter mixto, ya que puede incluir información inductiva y deductiva, con un alcance descriptivo y transversal, y de finalidad aplicada.

### **Instrumentos que ayudan en la identificación del problema:**

La observación: Se realizaron observaciones a los usuarios de los lavabos en los baños del programa educativo de ingeniería ambiental, se usó esta estrategia para la identificación del problema suscitado en dicho lugar, gracias a esta técnica, se puede verificar el estado en el que se pueden encontrar los lavabos y estimar nuevas fuentes de análisis.

La encuesta: Fue realizada de forma online entre los estudiantes de ingeniería ambiental, para antes de realizar la encuesta se requirió de variables estadísticas como el tamaño de población, que sirvió para los cálculos de tamaño de muestra para poblaciones finitas, este tipo de técnica es de gran relevancia para el desarrollo de las problemáticas observadas y planteadas. [Anexo 1](#)

Recopilación de documentos: Mediante la revisión documental se fue dando camino a definir el problema, gracias a la ayuda de las fuentes primarias, secundarias y terciarias; la revisión de estas ayuda a dirigir la investigación dándole cuerpo, y logrando el sentido entre lo investigado y lo que se quiere interpretar en el proceso de investigación.

### **Programas y softwares utilizados en el proceso de la investigación**

Formulario de Google: Es una herramienta de Google documentos, principalmente utilizada para la planificación de eventos, realización y envío de encuestas de manera online; al tener una situación sanitaria como la ocasionada por virus SARSCOV-2 (covid-19) puede considerarse un método efectivo para la recolección de datos. [Anexo 2](#)

Microsoft Office Excel: Es una hoja de cálculo que sirve para manejar datos numéricos o alfanuméricos agrupados en filas y columnas también llamadas tablas



de datos, el uso en la siguiente investigación se da en la presentación de gráficas y tablas para las diferentes etapas. [Anexo 3](#)

Microsoft Office Word: Es un software procesador de texto, permite al usuario la creación y edición de documentos en texto en un ordenador o computadora. [Anexo 4](#)

Matlab: Es un sistema de cómputo numérico que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M), requerido para la elaboración de los cálculos necesarios desarrollados en esta investigación. [Anexo 5](#)

Arduino: Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador programable y una serie de pines hembra. [Anexo 6](#)

### **Lista de materiales:**

La investigación, es referente a un sistema ahorrador de agua con Arduino, el producto cuenta con características que lo hacen del acceso a las personas, algo fácil de usar, que con solo acercar las manos el lavabo se active y funcione, para ello se requiere de diversas etapas y diferentes materiales:

### **Instalación de la tubería**

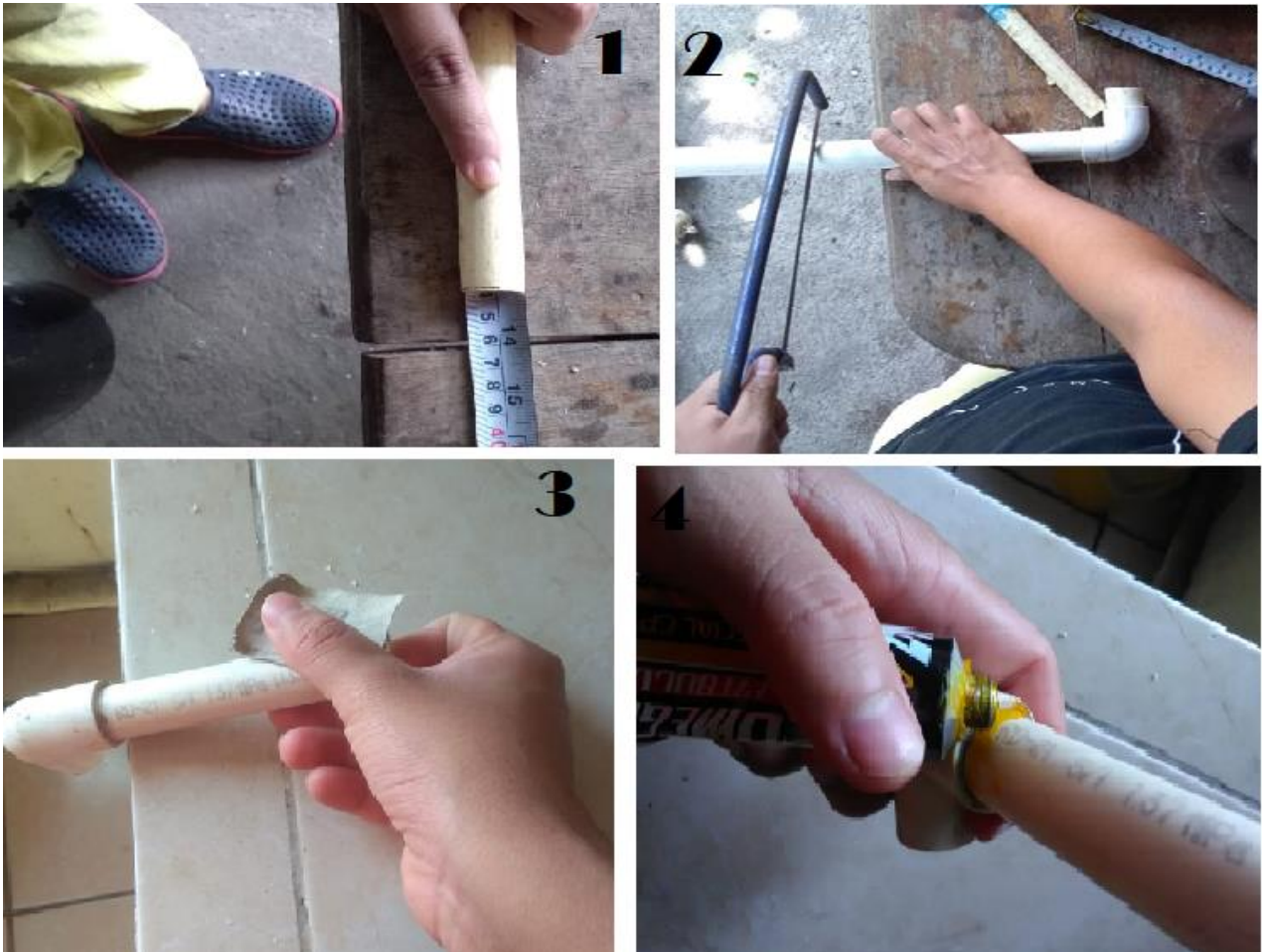
Antes de comprar los materiales, se hizo una investigación y cotización para identificar el tipo de materiales con el que están hechas las tuberías, se identificó que los materiales más convenientes son el PVC y el CPVC, esto puede ser gracias a su precio, ya que es de mayor accesibilidad económicamente tanto como la calidad en su uso, pues son de gran requerimiento para la distribución de agua potable, después de seleccionar los materiales se decidió optar por el uso del CPVC, ya que sus indicaciones son mejores a las del PVC y la diferencia en el precio es mínima. Los costos en los materiales dependen del establecimiento consultado y de la fecha del año en que estos puedan cotizarse, es de suma importancia tener en cuenta las características del lugar donde se instalará el lavabo, así como del tipo de material con el que está hecho, con el fin de saber la cantidad de materiales y las opciones necesarias para su instalación.

<b>Materiales para instalación de tuberías</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por unidad</b>
Tubo de CPVC de ½ "	2m	\$40 MXN
Tubo corrugado de PVC de 2"	1 pieza	\$30 MXN
Codo de CPVC de ½ "	4 piezas	\$5 MXN
Adaptador de CPVC ½ "	2 piezas	\$8 MXN
Pegamento para CPVC	1 pieza	\$30 MXN
Manguera para lavabo	1 pieza	\$30 MXN
Manguera de ½ "	2 m	\$16 MXN
Abrazaderas de ½ "	2 piezas	\$8 MXN
Lija de agua microfina, grano 2000	5 piezas	\$8 MXN
<b>Total</b>		<b>\$214 MXN</b>

*Tabla 1- En la siguiente tabla se presentan los materiales a utilizar para la instalación de tuberías y sus respectivos precios, es importante señalar que la tubería de CPVC puede ser sustituida por la de PVC que es más económica y de menores características en su composición y calidad.*

#### [Anexo 7](#)

Teniendo los materiales, se puede proceder a medir y cortar el tubo de CPVC, después de cada corte, el procedimiento de lijado será constante tratando de cubrir la zona cortada (el interior y exterior de esta), el lijado ayudará a barrer todo residuo o sobrante del material cortado, dejando la zona lo más lisa posible asegurando la repartición uniforme del pegamento; el uso del pegamento debe usarse considerando las medidas de seguridad e higiene evitando riesgos al posible contacto, al poner el pegamento en contacto con el extremo del tubo y sus conexiones (adaptadores y codos), debe unirse cuidadosamente evitando la generación de fricción y el riesgo de que el pegamento no agarre. Al tener el sistema de tuberías se puede realizar los cálculos correspondientes de caudal, área de entrada y salida, diferencia de velocidades y diferencia de presión en la tubería del sistema.



*Ilustración 2- Pasos para la instalación de tubería, 1) se miden los cortes del material conforme a las dimensiones necesarias dependiendo del lugar a instalar, 2) Se corta la tubería una vez se haya realizado las mediciones correspondiente, 3) El proceso de lijado se realiza una vez cortada las tuberías según sus medidas, se recomienda eliminar las imperfecciones procedentes del corte del material, y 4) unir con pegamento las piezas de tubería asegurando que se esparza de manera uniforme de manera que asegure el pegado de los componentes de la tubería.*

### **Armado del circuito**

El armado del circuito podría generarse de dos maneras, la primera sería mediante el uso del Protoboard, en la segunda opción, se hablaría de una sustitución del Protoboard por un circuito colgante, esto se representaría por cables puenteados entre sí, haciendo difícil su acomodo e incrementando los errores por el movimiento; para evitar este tipo de situaciones es recomendable el uso de Protoboard.

<b>Materiales para el armado del circuito</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por unidad</b>
Sensor ultrasónico HC-SR04	1 pieza	\$30 MXN
Protoboard	1 pieza	\$25 MXN
Cables macho-hembra	12 piezas	\$1 MXN
Alimentador de 12V	1 pieza	\$95 MXN
Cable UTP	5 m	\$8 MXN
Unidad Relé	1 pieza	\$30 MXN
Placa ARDUINO UNO	1 pieza	\$110 MXN
Electroválvula de 12v	1 pieza	\$120 MXN
Celda solar 12V	1 pieza	\$550 MXN
<b>Total</b>		<b>\$1028 MXN</b>

Tabla 2- En la siguiente tabla se muestran los materiales correspondientes en el armado del circuito electrónico y sus respectivos precios. [Anexo 8](#)

Cuando la tubería primaria estaba instalada se colocó el grifo y se procedió a conectar la electroválvula, a su vez esta fue conectada a una tubería de alimentación proveniente de un centro de distribución como un tanque o cisterna. Para la instalación del circuito electrónico se requirió lo presentado en la imagen siguiente:

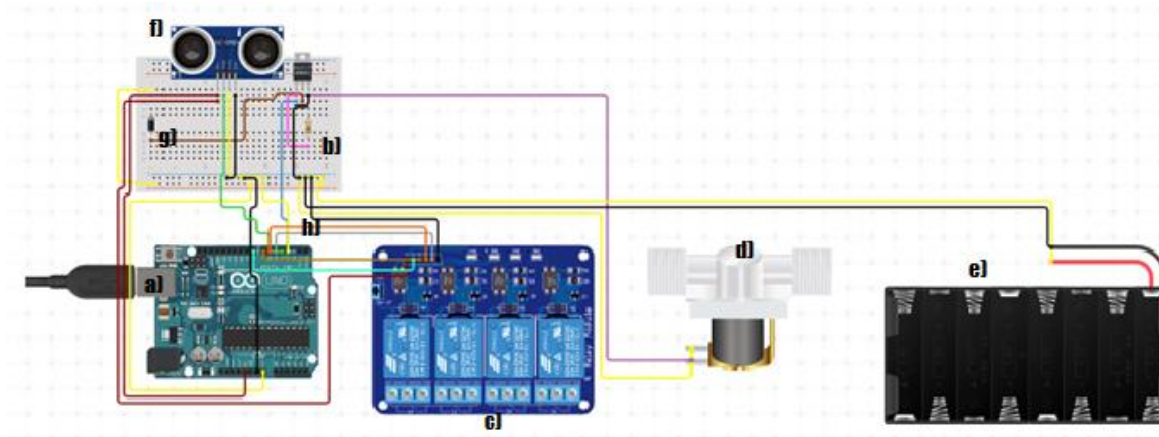


Ilustración 3- En el siguiente esquema representa el circuito electrónico y sus conexiones realizadas para el funcionamiento del sistema automatizado es necesario de a) una placa Arduino 1, la cual estará puenteada a un b) protoboard para designar las conexiones de tierra (-) y 5V (+), para c) unidad relé, d) electroválvula de 12V y) una batería de 12V aproximadamente como fuente de poder en caso de interrupción de la corriente directa, para que cada uno de los elementos pueda interactuar o recibir energía eléctrica se necesita de h) conexión de cables UTP categoría 5.

El uso de circuitos electrónicos debe cumplir con un orden en el acomodo e instalación de sus partes, las conexiones deben ser en los puertos establecidos según la tabla 3, si las conexiones se realizan en puntos inadecuados, el sistema no lo detectará e interrumpirá el funcionamiento, o bien, puede estropearse si se llega a desatar un corto circuito, el uso del protoboard ayuda a organizar el circuito, evitando el amontonamiento en la placa Arduino y otorgando estética al sistema electrónico; Las conexiones y armado del circuito deben permanecer retirados de donde se coloque la electroválvula, de esta manera se reduce el riesgo de un corto circuito, para las uniones de la electroválvula entre el sistema eléctrico y el de tuberías es importante la revisión de ambos, esto con el fin de reducir todo tipo de ruido y lograr el buen funcionamiento de ambos sistemas.

## **Programación**

Una vez montado el circuito electrónico, se designó la programación del sistema usando el software de Arduino, cabe mencionar que este tipo de programación considera la información del lenguaje tipo C ++, se debe correlacionar información mediante símbolos y números.

### [Anexo 9.](#)

En la programación se considera los puertos utilizados en la placa Arduino, a los cual los enlaces desarrollados en el protoboard están conectados mediante un puente; dentro de este sistema se consideran algunas funciones específicas llamadas librerías, las cuales son el complemento que reconoce a elementos electrónicos, un ejemplo de estos son los sensores. La estructura del programa consiste en abrir y cerrar llaves donde puedan acumularse líneas de códigos mediante funciones de reconocimiento unidas a la placa Arduino, para ello se necesita el nombramiento de variables que nos indiquen elementos, en nuestro caso serían las de distancia y tiempo, el uso de números como 1 y 0, en donde cada uno cumple con funciones específicas como abrir (1) y cerrar (0) el paso de agua mediante la electroválvula.



## Lavabo

Para la tasa de lavabo se planteó el reusó de uno roto, el cual se rescató antes de que este fuera destinado junto a los residuos sólidos urbanos (RSU) en la recolección de esquina.

### Anexo 10

Las piezas rotas se unieron y pegan con silicón acrílico blanco, asegurando quedaran lo mayor uniforme posible, se dispersó el pegamento tratando de cubrir en el interior y exterior, cada parte donde se aplicó el pegamento se dejó reposar por un tiempo de 2 horas; después de un día se procedió a reforzar en las partes consideradas vulnerables.



*Ilustración 4- Se muestra el proceso de reparación y pegado del lavabo, se tomó en cuenta el estado en que se obtuvo y se procedió al pegado evitando el menor movimiento posible para evitar ruido, la unión con el pegamento se dio en diferentes lapsos de tiempo, una vez pudiera sostenerse se reforzó en las zonas vulnerables.*

Para montar el lavabo se utilizó 85 cm de tubo de PVC de 8", las manchas del tubo fueron cubiertas, brindándole una tonalidad diferente mediante pintura, para el desagüe se requirió de un taladro para una perforación de 2" y media.



*Ilustración 5- Al no contar con un medio para montar el lavabo y teniendo en cuenta el gasto económico, se buscó algo que pudiera ser reutilizado, teniendo como la mejor opción el tubo de PVC, ya que puede cargar el lavabo siendo de fácil manipulación y pegado.*

### **Medición de Caudal**

Para la medición de caudal se usó el método volumétrico, siguiendo lo escrito por *Montaño (2015)*, donde nos dice que es una técnica en el que se toma el tiempo que tarda en llenar un recipiente de volumen conocido (probeta o balde), tomando como mínimo tres lecturas y realizando un promedio.



*Ilustración 6- Uso de la probeta y el cronómetro para medir caudales mediante el método volumétrico utilizado por (Montaño,2015).*

Para los cálculos de áreas, diferencia de velocidad y presión en las tuberías se realizaron mediante las fórmulas propuestas en mecánica de fluidos, las cuales fueron necesarias en base a la obtención del caudal.

**Para calcular caudal, área de entrada y salida, diferencia de velocidades y diferencia de presión en la tubería del sistema.**

$$Q = \frac{V}{t} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Dónde:

Q= Caudal en metro cúbico sobre segundo  $\left( \frac{m^3}{s} \right)$

V= volumen en metro cúbico ( $m^3$ )

t= tiempo en segundos (s)

$$A = \pi * \left( \frac{D^2}{4} \right) \quad \text{ó}$$

$$A = \pi * r^2 \quad (m^2)$$

Dónde:

A= Área en metros cuadrados ( $m^2$ )

$D^2/4$ = Diámetro al cuadrado sobre 4 (m) o  $r$ = radio al cuadrado (m)

$$v1 = \frac{Q}{A1} \left( \frac{\frac{m^3}{s}}{m^2} \right) = \left( \frac{m}{s} \right)$$

Dónde:

$v1$ = velocidad 1 en  $\left( \frac{m}{s} \right)$

Q= Caudal en metro cúbico sobre segundo  $\left( \frac{m^3}{s} \right)$

$A1$ = Área 1 en metros cuadrados ( $m^2$ )

$$v2 = \frac{A1}{A2} * v1 \left( \frac{\frac{m^3}{s}}{m^2} \right) = \left( \frac{m}{s} \right)$$

Dónde:

$v2$ = velocidad 2 en  $\left( \frac{m}{s} \right)$

$A1$ = Área 1 en metros cuadrados ( $m^2$ )



A2= Área 2 en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

v1= velocidad 1 en ( $\frac{m}{s}$ )

### **Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra para población finita**

Para definir el número de encuestas a realizar dentro de la población del programa educativo ingeniería ambiental fue necesario estimar el tamaño de la muestra, este cálculo nos dice el número de estudiantes que deben ser encuestados para la obtención de datos, cabe mencionar que este cálculo se da mediante la siguiente expresión:

$$x = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot Z^2}{(N - 1) \cdot e^2 + \sigma^2 \cdot Z^2}$$

*Ecuación 1- Se presenta la fórmula para el cálculo de la muestra población finita, para el cálculo de esta se requiere de diferentes métodos estadísticos tales como sumatoria, la desviación estándar, la media y un nivel de confianza.*

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

$\alpha$  = Desviación estándar de la población que, generalmente no se tiene  
pero puede utilizarse un valor constante de 0.5

Z = nivel de confianza, valor constante en relación al 95% de confianza lo que  
Equivale a 1.96 (como más usual) o en relación al 99% (Z = 2.58)

e = Límite aceptable de error muestral: 1% (0.01) y 9% (0.09) Valores que quedan a criterio del investigador

### **Fórmulas y datos necesarios para obtener el tamaño de muestra**

Varianza muestral

$$S^2 = p * (1 - p)$$

Varianza poblacional

$$V^2 = se^2$$

Desviación de Varianza

$$n1 = \frac{S^2}{V^2}$$

Tamaño muestral

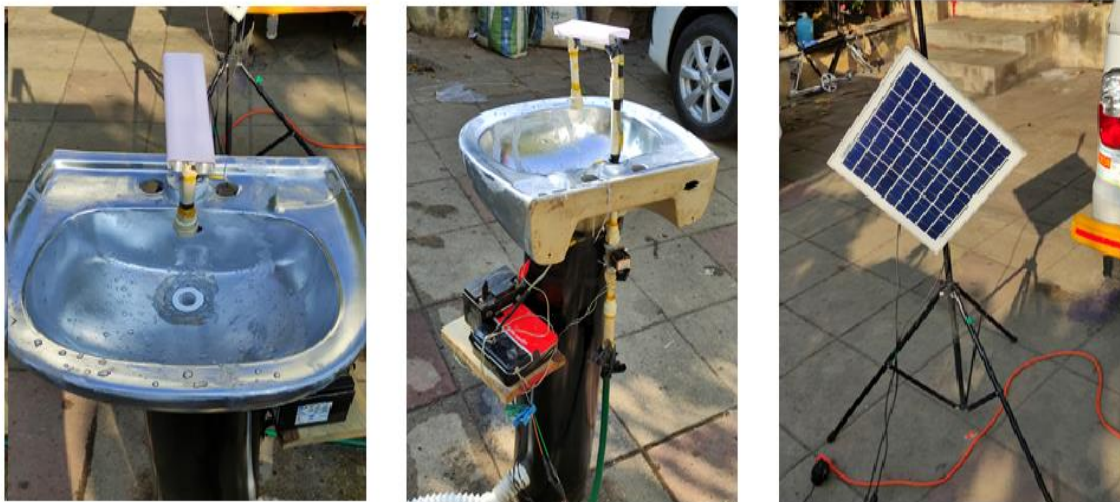
$$n = \frac{n1}{1 + \left(\frac{n1}{N}\right)}$$

## CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Lavabo



*Ilustración 7- Diseño de lavabo estructurado con materiales de reusó, se muestra la adaptación del desagüe, así como la tubería de abastecimiento.*



*Ilustración 8- Diseño de lavabo automatizado, se muestra se muestra el resultado final del prototipo, junto a sus componentes electrónicos y el sistema de alimentación con celda solar.*

El armado e instalación de la tubería principal, proveniente de la fuente de abastecimiento contiene singularidades como la diferencia de los diámetros de entrada y salida, tanto como la altura de la tubería con respecto al lavabo, todo lo mencionado, son algunas de las características de importancia en la mecánica de

fluidos, esta nos ayuda a definir la relación de los fluidos en su medio, en este caso las tuberías de CPVC, al contar con diferencias, estas pueden intervenir en la presión, velocidad y en el caudal; una de las inquietudes en este proyecto es la disminución de gasto de agua, para ello la importancia de realizar los cálculos conforme a las tuberías, si podemos obtener estos valores, entonces podemos proponer alternativas que ayuden a disminuir el gasto de agua en dispositivos como lavabos, de esta manera se necesita estimar las dimensiones de entrada y salida, esto con la ayuda de un vernier. Para las operaciones y resultados se les presentaron de esta manera:

Datos necesarios:

$$\text{Diámetro 1} = 2.54 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Diámetro 2} = 0.0127 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Densidad} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Gravedad} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Altura 1} = 65 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Altura 2} = 83 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Área 1

$$A_1 = \frac{\pi(D_1^2)}{4} = \frac{\pi*(2.54e-2 \text{ m})^2}{4} = 5.0671 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Área 2

$$A_2 = \frac{\pi(D_2^2)}{4} = \frac{\pi*((0.5)*2.54e-2 \text{ m})^2}{4} = 1.2668 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Velocidad 1

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.125e-3 \text{ m}^3/\text{s}}{5.0671e-4 \text{ m}^2} = 0.2467 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidad 2

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} * v_1 = \frac{(5.0671e-4 \text{ m}^2)(0.2467 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{1.2668e-4 \text{ m}^2} = 0.9868 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Diferencia de presiones

$$\Delta p = \frac{\rho*(v_2^2 - v_1^2)}{2} + (\rho * g * (h_2 - h_1)) =$$

$$\frac{(1000 \text{ kg/m}^3) * ((0.9868 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (0.2467 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2)}{2} + \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) ((83e - 2 \text{ m}) - (65e - 2 \text{ m}))$$

$$= 2.2223 \times 10^3 \text{ Pa}$$

Para estimar el caudal se contempló el uso de un recipiente graduado, dejando el grifo abierto hasta que el agua alcanzara el litro, se pudo obtener un tiempo de 8s, como la unidad del agua estaba en litros, se realizó una conversión de unidades para poder presentar el resultado en m<sup>3</sup>/s, siguiendo la fórmula de Caudal (Q) tenemos que un metro cúbico de agua sobre 7.5 segundos forma un caudal de 0.000125 m<sup>3</sup>/s. La velocidad, fue considerada mayor en su salida, teniendo una diferencia de 0.7401 m/s respecto a la velocidad de entrada; la diferencia en la presión se da respecto a los valores de la gravedad, densidad y altura, dando a entender que la diferencia de presiones que se puede registrar en el lavabo son de 2.2223x10<sup>3</sup> Pa.

ESTIMACIÓN DEL CAUDAL EN EL SISTEMA AUTOMATIZADO			
Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	13	0.077	0.000077
1	11	0.091	0.000091
1	11	0.091	0.000091
1	12	0.083	0.000083
Promedio		0.086	0.000086

Tabla 3- Se muestran los resultados obtenidos mediante las mediciones realizadas en el sistema ahorrador de agua con Arduino, se tomaron 4 muestras donde la fragmentación del volumen ( litros) y el tiempo ( segundos) dan razón a lo que es el caudal, se presentan los resultados en L/s y posteriormente la conversión a m<sup>3</sup>/s.

Teniendo el promedio de las muestras tomadas durante la medición del caudal en el sistema automatizado, podemos compararla con la del caudal obtenido en la fuente de alimentación, de esta manera podremos calcular el ahorro de agua que puede brindar el sistema automatizado; tomando en cuenta que el caudal de la fuente de alimentación es de 0.000125 m<sup>3</sup>/s y el caudal promedio del sistema es de 0.000086 m<sup>3</sup>/s, estableciendo la diferencia de los caudales podremos conocer el ahorro de agua que pueda brindar el sistema quedando :

$$Ag = Qfa - Qprom$$

Donde:

Ag= Ahorro de agua que brinda el sistema ahorrador con Arduino en m<sup>3</sup>/s.

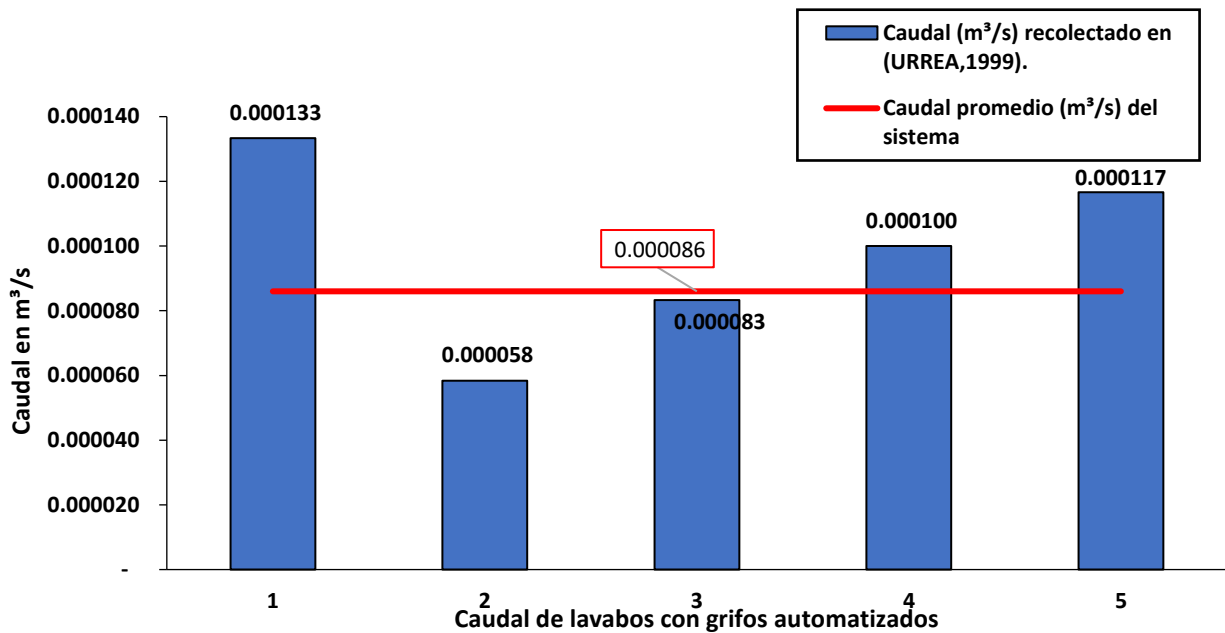
$Q_{fa}$ = Caudal de la fuente de alimentación en  $m^3/s$ .

$Q_{prom}$ = Caudal promedio del sistema ahorrador de agua en  $m^3/s$ .

$$A_g = (0.000125 \text{ m}^3/s) - (0.000086 \text{ m}^3/s) = 0.000039 \text{ m}^3/s$$

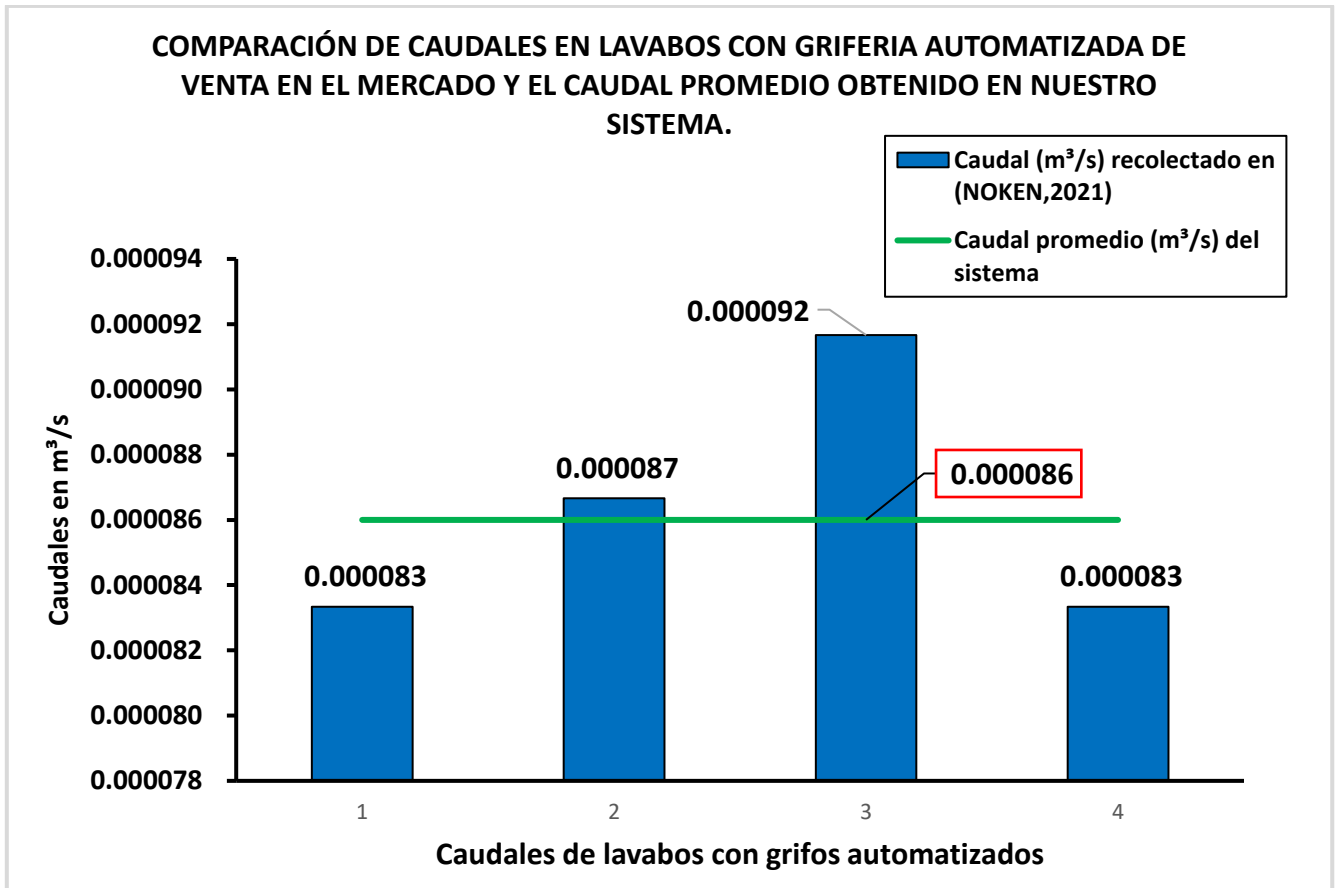
El ahorro de agua presentado mediante la diferencia de caudales donde fue de  $0.000039 \text{ m}^3/s$ , también representado en un 68.4% en el ahorro del recurso hídrico presente. Con la obtención del caudal promedio, se inició una investigación documental donde se buscaron los caudales de lavabos con sistemas ahorradores de agua, para referenciar la eficiencia del nuestro se representó gráficamente:

**COMPARACIÓN DE CAUDALES EN LAVABOS CON GRIFERIA  
AUTOMATIZADA DE VENTA EN EL MERCADO Y EL CAUDAL PROMEDIO  
OBTENIDO EN NUESTRO SISTEMA.**



*Gráfica 1-En la siguiente gráfica, se muestra la eficiencia en el caudal de nuestro sistema ahorrador de agua con Arduino y se compara conforme a los datos en el caudal de otros sistemas con ahorro de agua para lavabos según (URREA, 1999).*

Teniendo en cuenta que los caudales de griferías automatizadas recolectadas por (URREA, 1999) tienen un promedio de 0.000075 m³/s, podemos asegurar que el promedio obtenido en nuestro sistema está arriba del reportado por dicho autor, se puede garantizar la eficiencia en el ahorro de agua como una opción, para mejorar estos resultados se podría implementar la colocación de reductores de caudal, de esta manera se reduciría el gasto de agua generado en el sistema con Arduino.



Gráfica 2- Se presenta el gasto de agua obtenido en el sistema automático con Arduino (color verde) y los recolectados por (NOKEN,2021).

En los caudales encontrados en (NOKEN, 2021) nos presenta un promedio de 0.000086 m³/s, este valor es semejante al promedio obtenido en nuestro sistema automatizado, conforme a los datos recolectados del presente autor, podemos ver que la eficiencia de los sistemas automatizados con Arduino puede ser tan eficientes como los grifos automatizados que se pueden encontrar en el mercado. Se comparan sólo los resultados de gasto de agua, ya que cada uno es de características y diseños completamente diferentes.



Comparación de sistemas ahorradores de agua aplicables en lavabos.					
Nombre	Sistema ahorrador de agua con Arduino	Grifo Bonade Automático (Amazon,2021)	Grifo AuraLum Automático (Amazon,2021)	Grifo Zsivyshi Automático (Grifosyduchas, 2021)	Hot Wing Automático (Amazon,2021)
Marca	No	Bonade	AuraLum	Zsivyshi	Hot Wing
Precio (\$ MXN)}	\$1,028	\$1263 (más envío)	\$2111 (más envío)	\$2088 (más envío)	\$3027 (más envío)
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /s)	0.000086	x	0.000435	x	
Tipo de sensor	Ultrasónico	Infrarrojo	Infrarrojo	Infrarrojo	Infrarrojo
Fuente de alimentación	Panel solar 18V	Batería 6V	Batería 6V	Batería 6V	Batería 6V
Reprogramable	Si	No	No	No	No
Mantenimiento	Fácil	Complicado	Complicado	Complicado	Complicado
Entrada de agua	1 entrada (fría)	2 entradas (Fría y caliente)	2 entradas (Fría y caliente)	2 entradas (Fría y caliente)	1 entrada (fría)
Riesgo latente	Exceso de humedad	Cambios repentinos de luminosidad	Cambios repentinos de luminosidad	Cambios repentinos de luminosidad	Cambios repentinos de luminosidad

Tabla 4- En la presente tabla muestra la comparativa de nuestro sistema ahorrador de agua respecto a sistemas de grifos ahorradores de agua, para el siguiente análisis se contempló información esencial que las personas deberían de conocer antes de adquirir uno de estos sistemas.

En los sistemas ahorradores de agua, podemos encontrar algunos que pueden ser más recomendados en el mercado, como principal característica están dados por un grifo automático, y estos a su vez cuentan con el equipamiento de un sensor de infrarrojo, lamentablemente este tipo de equipos pueden ser adquiridos en precios muy elevados ya que son fabricados y vendidos por empresas de procedencia extranjera; tomando lo mencionado anteriormente, podemos proponer a los sistema automatizado mediante Arduino; las características de cada uno de estos sistemas pueden variar conforme al precio, estética, consumo de energía, funciones de diseño, operación y su mantenimiento.

## Resultado del tamaño de muestra para las encuestas

VARIABLES ESTADÍSTICAS	SÍMBOLO	RESULTADOS
Tamaño de la población	N	287
Desviación estándar	se	0.5
% de Confiabilidad	p	0.95
Varianza muestral	S <sup>2</sup>	0.048
Varianza poblacional	V <sup>2</sup>	0.25
División de Varianzas	n1	0.19
Tamaño muestral	n	0.19
Nivel de confianza	Z	1.96
Desviación estándar de la población	a	0.5
Límite aceptable de error muestral: 1% (0.01) y 9% (0.09)	e	0.01
<b>Tamaño de muestra</b>	<b>n</b>	<b>67</b>

Tabla 5-En la presente tabla se encuentran los componentes para el cálculo del tamaño de la muestra, este tipo de cálculos son necesarios para identificar el número de datos a recolectar en las encuestas.

La población es finita, ya que conocemos el total de la población y deseamos saber cuántos del total tendremos que estudiar, Si no quisiéramos un nivel de confianza del 95% o bien la desviación estándar de 0.5 podríamos modificar el universo a estudiar, ya sea para un muestreo más extensivo o diminuto; bajo esos estándares decidimos dirigir nuestra recolección de datos en dónde:

Varianza muestral

$$S^2 = 0.95 * (1 - 0.95) = 0.0475$$

Varianza poblacional

$$V^2 = (0.016)^2 = 0.000256$$

Desviación de Varianza

$$n1 = \frac{0.0475}{0.000256} = 185.55$$

Tamaño muestral

$$n = \frac{185.55}{1 + \left(\frac{185.55}{287}\right)}$$

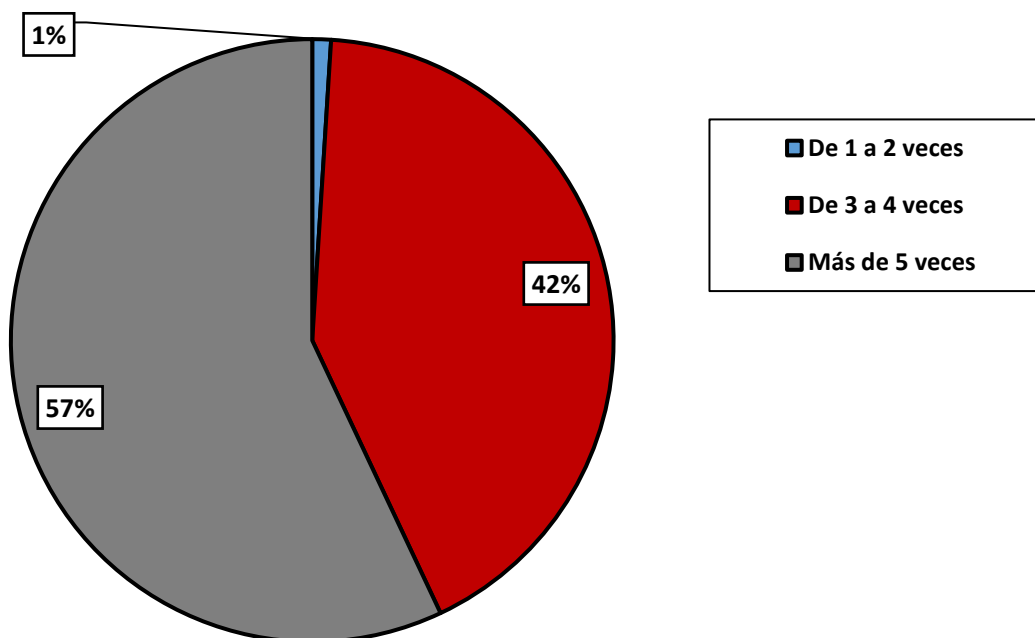
Tamaño de muestra

$$n = \frac{(287)(0.0475)^2(1.96)^2}{(287 - 1)(0.01)^2 + (0.0475)^2(1.96)^2} = 67$$

## Resultados obtenidos en la encuesta

En la Recolección de datos, obtenidos mediante el cálculo de tamaño de muestra, se obtuvo un total de 67 encuestas a aplicar, estas fueron realizadas mediante la plataforma de Google formulario, para ello, se solicitó a la coordinación del programa educativo de ingeniería ambiental el contacto de los jefes de grupo de los diferentes semestres; estos se encargaron de proporcionar el número de compañeros que tienen y de paso compartir el enlace con un número selecto de ellos tratando de cumplir con un equitativamente entre hombres y mujeres. En la plataforma de Google formulario se mantuvo la encuesta por un tiempo determinado de 2 semanas cumpliendo con el tiempo propuesto en el organigrama [Anexo 11](#), para los datos recolectados se planteó un valor medio entre hombres y mujeres, teniendo a 34 mujeres y 33 hombres, al contemplar que algunos alumnos llenaron la encuesta fuera del tiempo establecido y al haber cubierto el número de muestra se decidió no considerar sus respuestas. Conforme a cada pregunta en la encuesta los resultados obtenidos pueden ser representados mediante las siguientes gráficas:

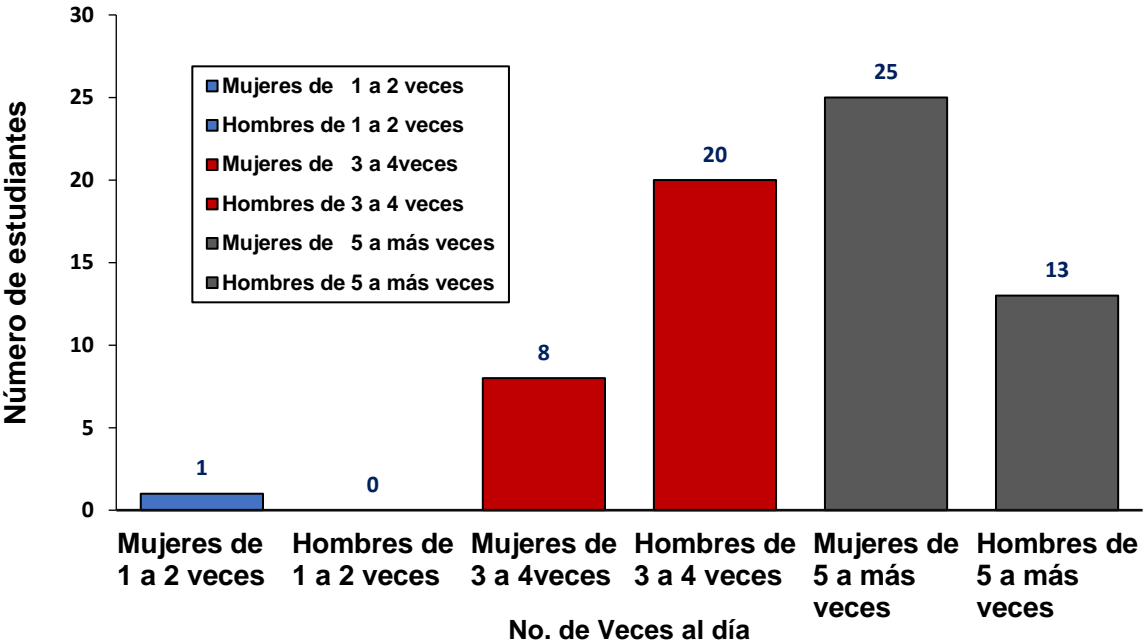
### PORCENTAJE DE VECES QUE LOS ESTUDIANTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL SE LAVAN LAS MANOS.



*Gráfica 3- Se presenta el número de veces que los estudiantes del programa educativo de Ingeniería ambiental suelen lavarse las manos en el día, donde el 57% suele lavarse más de 5 veces al día y el 42% lo hace de 3 a 4 veces por día.*

Se clasificaron las respuestas de esta pregunta en tres opciones, las cuales indican que el 57% suelen lavarse las manos más de 5 veces al día, el 42% realiza el lavado de manos de 3 a 5 veces al día, solo una persona contestó que tiene un lavado de manos de 1 a 2 veces por día, se considera que la mayoría de la población tiene muy presente la higiene de manos y que pueden realizar esta acción conforme a las actividades que puedan cubrir.

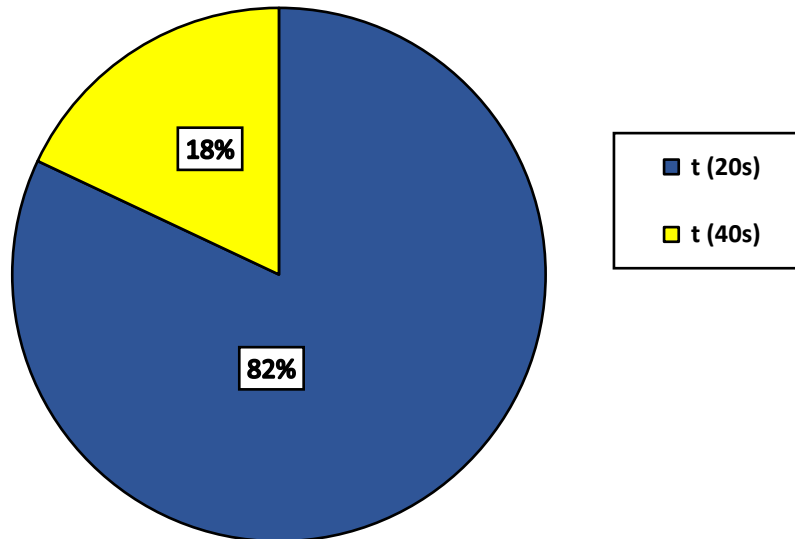
**NÚMERO DE VECES AL DÍA QUE SE LAVAN LAS MANOS LOS ESTUDIANTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**



*Grafica 4- Dentro de la gráfica se da a conocer el número de estudiantes por sexo y las veces que se lavan las manos al día, se muestra que la mayoría de estudiantes lo hacen más de 5 veces al día con un total de 38 personas.*

Del resultado de hombres y mujeres, se puede identificar una diferencia de 24 personas en el número de veces al día que va de 3 a 4 y más de 5, cada una con 12 personas entre sí; tomando en cuenta los datos de las personas que realizan esta actividad más de 5 veces al día, el sexo masculino, con respecto al dato de 25 personas del sexo femenino puede apreciarse la diferencia antes señala, para el caso de los que se lavan las manos en un rango de 3 a 4 veces por día la diferencia ahora de parte del sexo femenino.

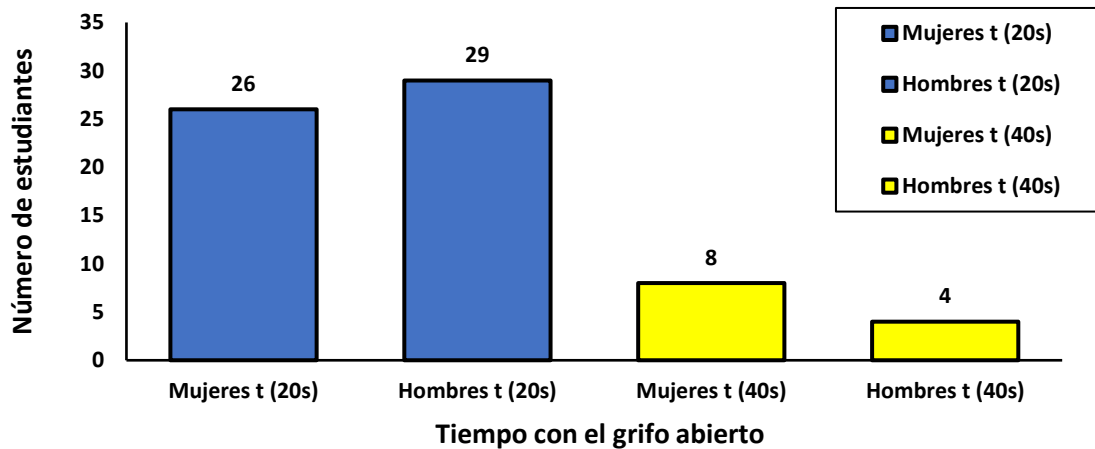
**PORCENTAJE DEL TIEMPO QUE TARDAN LOS ESTUDIANTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL DURANTE EL LAVADO DE MANOS.**



*Gráfica 5- Se muestra la representación del tiempo que suelen tardar los estudiantes durante el lavado de manos, dando a entender que el 82% corresponde a un tiempo de 20 s y el 18 % a los 40 s respectivamente.*

El tiempo predominante en que los estudiantes realizan el lavado de manos es de 20 segundos donde el 82% de los encuestados aseguran que en ese tiempo pueden cubrir esta necesidad, sólo el 18% de los estudiantes dentro de la muestra realizan un lavado de manos más extensivo, abarcando un tiempo de 40 segundos.

**TIEMPO QUE MANTIENEN EL GRIFO ABIERTO LOS ESTUDIANTES DE PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL DURANTE EL LAVADO DE MANOS.**

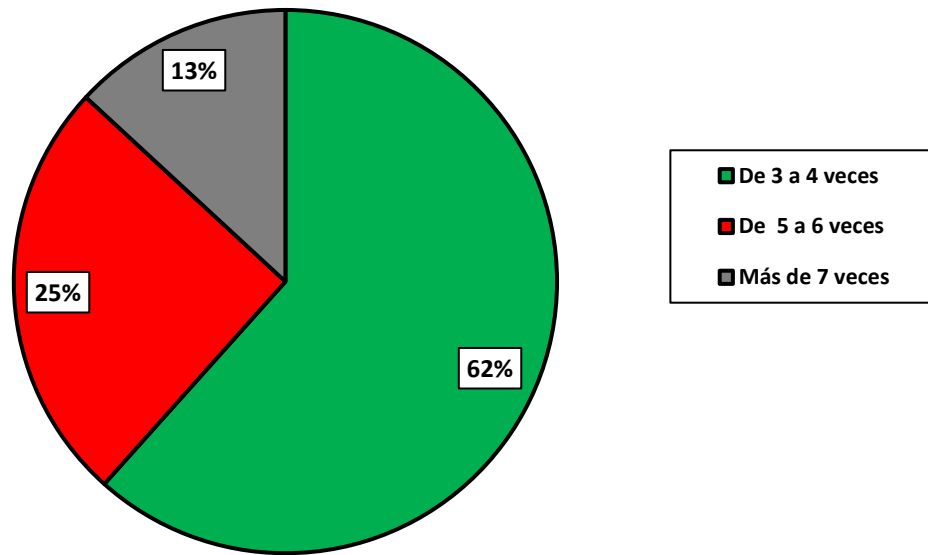


Gráfica 6- Se expresa la cantidad de hombres y mujeres referente al tiempo que pueden tardar al lavarse las manos.

En el registro del tiempo dominante durante el lavado de manos, se observa que la mayoría de los encuestados consideran un tiempo de 20 s para satisfacer esa necesidad, dando un resultado de 55 personas que requieren de ese tiempo, entre estos se puede dividir a 26 mujeres y 29 hombres; mientras que solo 12 encuestados donde 8 son mujeres y 4 hombres, consideran un tiempo de 40 s para realizar la actividad.

El tiempo de 20 s usado entre hombres y mujeres que mantienen el grifo abierto, revela una pequeña diferencia de tres individuos del sexo masculino, mientras que en el tiempo de 40 s la diferencia se da respecto al sexo femenino con un valor de 4 individuos más que al del masculino.

**PORCENTAJE DE ESTUDIANTES Y LAS VECES AL DÍA QUE REALIZAN CADA UNA DE ESTAS ACTIVIDADES: LAVADO DE DIENTES, AFEITADO, LAVADO DE MANOS, LAVADO DE CARA.**

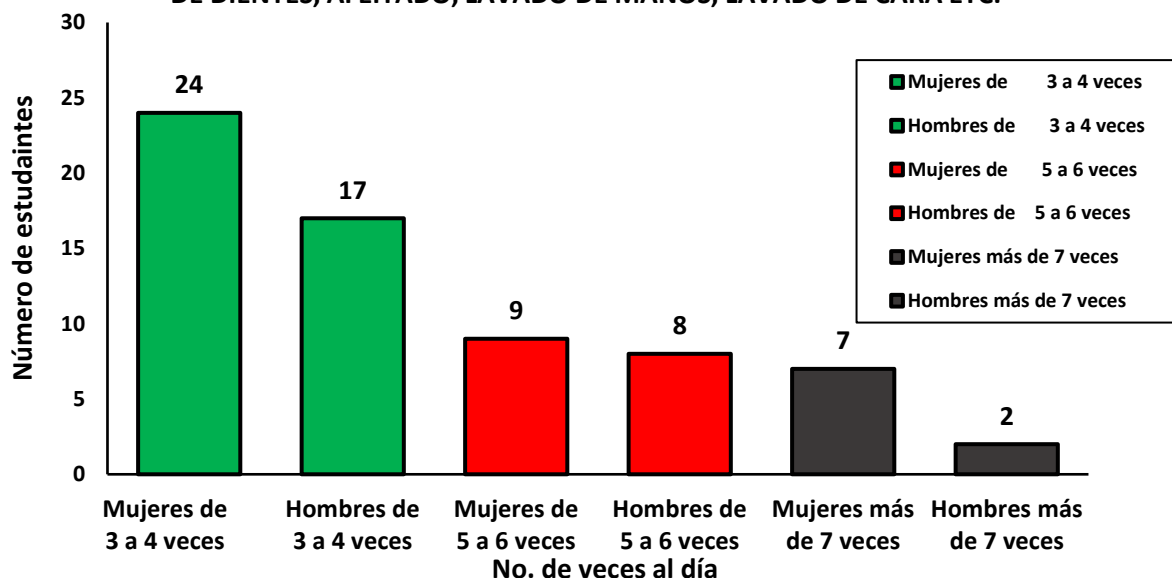


*Gráfica 7- La cantidad de estudiantes con el 62% suelen realizar de 3 a 5 veces al día las actividades antes mencionadas, mientras que el 25% lo hace de 5 a 6 veces y el 13% expresa a más de 7 veces al día.*

Considerando actividades que puedan realizarse con ayuda de un lavabo y conforme a las respuestas obtenidas, se puede deducir que un 62 y 25% realizan de manera continua actividades en los lavabos, teniendo datos del 13% se podría estimar que estas personas pueden realizar sus actividades en otros lugares diferentes a un lavabo.



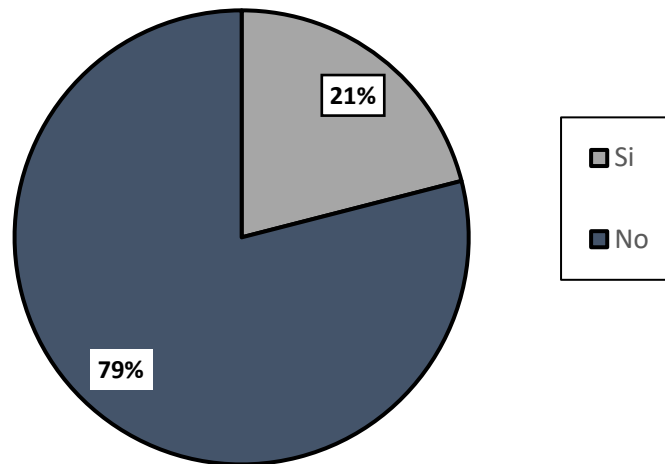
**NÚMERO DE VECES AL DÍA QUE LOS ESTUDIANTES DE PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL REALIZAN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES: LAVADO DE DIENTES, AFEITADO, LAVADO DE MANOS, LAVADO DE CARA ETC.**



*Gráfica 8- Se identifica la cantidad de veces que los estudiantes realizan las actividades mencionadas, en donde la mayoría de hombres y mujeres suelen hacerlo de 3 a 4 veces.*

Dentro de las personas que realizan más actividades en un lavabo, podemos encontrar que solo 9 pueden realizarlo más de 7 veces al día, 17 personas lo hacen de 5 a 6 veces al día teniendo una diferencia de una persona del sexo femenino donde 9 son mujeres y 8 hombres, por ultimo 41 personas donde 17 son hombres y 24 mujeres suelen realizarlo en un periodo de 3 a 4 veces al día, este ultimo valor es el más alto donde nos dice que la mayoría de los estudiantes realizan actividades en un lavabo en un rango de 3 a 4 veces por día.

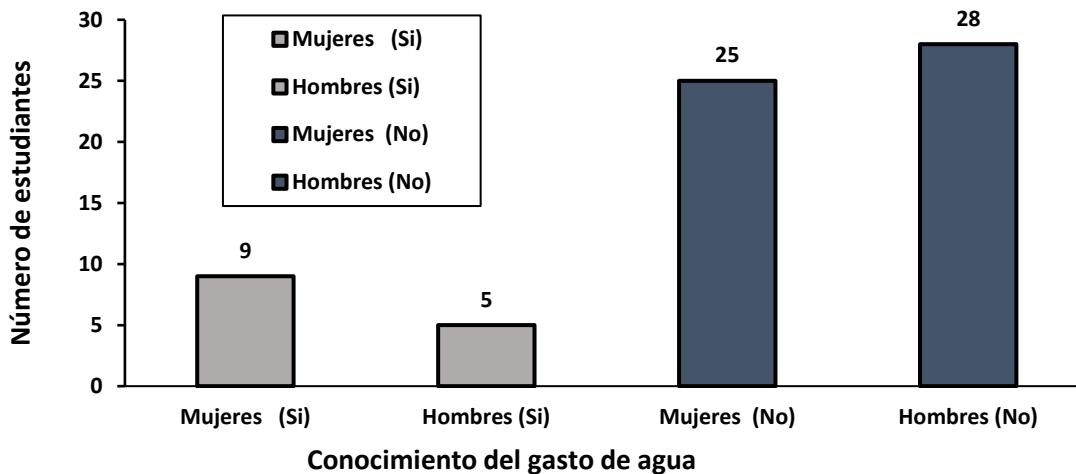
**PORCENTAJE DE ESTUDIANTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA AMBIENTAL QUE CONOCEN EL GASTO DE AGUA DURANTE EL LAVADO DE MANOS.**



*Gráfica 9- De un tamaño muestral de 67 alumnos solo el 21% de los estudiantes del programa educativo de ingeniería ambiental conocen el gasto de agua que hay durante el lavado de manos, mientras que un 79% desconoce cuánto pueden gastar en esta actividad.*

De las personas encuestadas es alarmante que solo un 21% conoce el gasto de agua que realiza durante el lavado de manos, mientras que el 79% no conoce o no pone el interés necesario al gasto que pueda generarse en actividades como el lavado de manos.

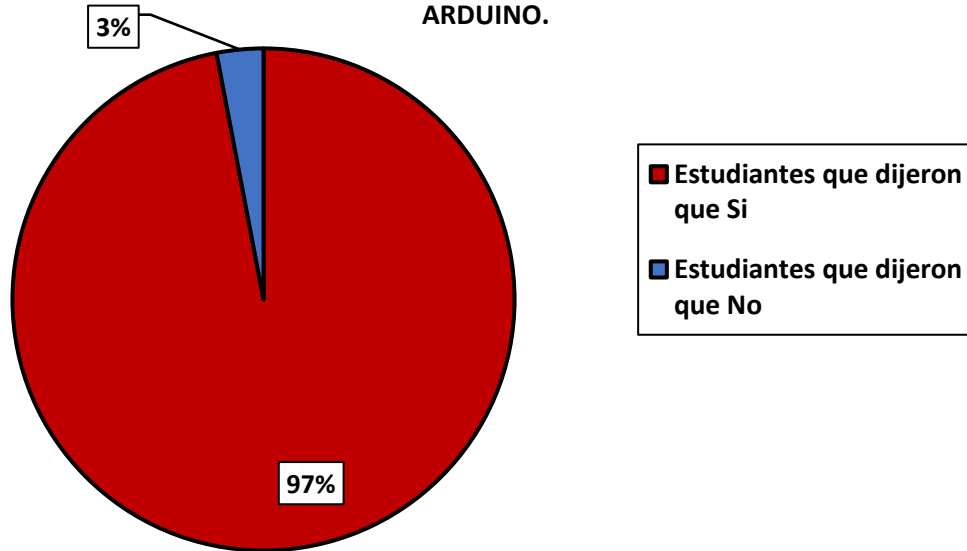
**NÚMERO DE HOMBRES Y MUJERES QUE CONOCEN EL CONSUMO DE AGUA DURANTE EL LAVADO DE MANOS.**



*Gráfica 10- En la siguiente gráfica se aprecia que de 33 hombres solo 5 están conscientes del gasto de agua, mientras que de 34 mujeres solo 9 de ellas saben el consumo de agua al momento del lavado de manos.*

Con una muestra obtenida de 67 estudiantes del programa educativo de ingeniería ambiental, se observa que de 53 individuos encuestados donde 25 son mujeres y 28 hombres no conocen el valor del gasto de agua durante el lavado de manos, para las personas que tiene en mente este valor se sabe que son 14 individuos de los cuales 9 son mujeres y 5 hombres, comparando el valor de los que no conocen este dato se ve la diferencia de 39 individuos que no conocen ese valor.

**NIVEL DE ACEPTACIÓN DE 67 ESTUDIANTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL A UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON ARDUINO.**



*Gráfica 11- En la presente gráfica se puede analizar el nivel de aceptación que los estudiantes de ingeniería ambiental tienen referente a un sistema automatizado con ARDUINO, del cual el 97% del tamaño muestral considero que es un trabajo viable.*

De la muestra obtenida entre los alumnos encuestados, se reconoce que la propuesta de un sistema automatizado es aceptada por la población estudiantil dentro el programa educativo de ingeniería ambiental, obteniendo el 100% de aceptación por parte de los encuestados podemos analizar la eficiencia del sistema gracias a la alta aprobación, la automatización de un sistema está presente en la vida de las personas ayudándoles en sus actividades y tomando un papel importante en el ahorro de sus recursos, se puede considerar que los estudiantes ven de buena manera la automatización de un lavabo mediante Arduino para el ahorro del agua.

## CONCLUSIONES

En un concepto más metodológico en las observaciones realizadas a la población del programa educativo de ingeniería ambiental, fueron de gran relevancia a la hora de llevar a cabo el primer análisis, esto nos permitió conocer los problemas que teníamos a la hora de realizar la investigación y que de primer momento nos daba la pauta a saber las características de la problemática, tratando esto dio posibilidad de entender de mejor manera la gravedad, en cuanto a las encuestas realizadas dieron posibilidad de dar un acercamiento mayor con el grupo de estudio obteniendo en como base el punto de partida que llevaría la investigación y el diseño del prototipo.

Otro paso importante fue la recopilación documental que generó las ideas para poder darle caracterización al proyecto. El proyecto género información esencial como por ejemplo, los casos que dieron hincapié a la idea del consumo de agua excesivo y que se generaba cierto desinterés hacia el uso de esta, también se manifestaba la oportunidad de mejorar los sistemas que proporcionaba el vital líquido, llevado esto pasamos a generar y proponer el diseño del lavabo automatizado, algo que además de ser efectivo fuera práctico e innovador, en este proceso verificamos ¿cuáles eran los materiales más convenientes?, en nuestro caso optamos por reutilizar ciertos materiales que nos brindaran el soporte ecológico y permitiera un proyecto funcional sin ningún percance, a la hora de rectificar su funcionamiento se buscó el leve indicio de gotera que refleja el prototipo y el cual no dio señales de tal desperfecto.

Sabemos que los lavabos son herramientas que ayudan en la satisfacción de las necesidades a diferentes actividades, entre estas podemos encontrar el lavabo de manos, el cepillado de dientes, lavado de cara etc. Los lavabos convencionales suelen estar diseñados con materiales como la cerámica, cristal templado, resina acrílica y piedra; cada uno de estos materiales pueden variar en su precio de obtención en el mercado, al inicio de la presente investigación se tenía contemplado el diseño del uso de materiales de reciclado, se contemplaron diferentes materiales para la estructura o base, entre alguno de los elementos seleccionados podemos encontrar: llantas, tambos de fierro y torres de madera. Para la parte de recepción de agua se pensó en vasijas de plástico, aluminio, cemento o yeso. Analizando nuestras perspectivas, nos llevó a no contemplar alguno de estos materiales debido a dos factores, el primero consiste en la ausencia y deficiencia de herramientas para trabajar alguno de estos materiales, como segundo factor fue lo económico, el cual sobrepasaba el presupuesto con el que contábamos después de conseguir los instrumentos electrónicos y de tubería, en la búsqueda de otros materiales que fueran de fácil manipulación y a un costo accesible, se encontró a un donador de un lavabo roto el cual suponía destinar a

la recolección de esquina, este lavabo fue armado y pegado nuevamente dándole una segunda oportunidad, las complicaciones de reconstruirlo fue la experimentación con dos tipos de pegamento, el primero fue con pegamento de cola, al no obtener buenos resultados se intentó con silicona acrílico blanco, para ello se necesitó de un lapso de tiempo de 2 horas para las partes donde se requirió el pegamento y después de un día se reforzaron las regiones que lo requerían, gracias a esto se disminuyó el monto económico y logró cubrirse con el recurso que se tenía a disposición.

En los cálculos relacionados con el traslado del recurso hídrico, cada uno de los valores obtenidos podrían modificarse solo cambiando las dimensiones de la tubería, la posición de esta o si fuera un fluido diferente al agua el que pasará por el sistema de tuberías; los cálculos tienen que ser garantizados mediante una serie de mediciones que respalden las ya establecidas, así como las unidades a utilizar. Para la obtención del caudal tanto en la fuente de alimentación como en el sistema, se realizó mediante una serie de 4 repeticiones y obteniendo un promedio de los resultados obtenidos, si comparamos la entrada y la salida podemos obtener una diferencia que nos otorga el ahorro de agua dado en el sistema, si jugamos con la velocidad y la presión podemos alterar el flujo en el sistema y podremos reducir aún más el caudal de salida, garantizando un ahorro mayor.

Los reductores de caudal para el sistema exclusivamente se contó con una maya mosquitera sujeta a un grifo de arco, si el reductor de caudal fuese mejorado con otros materiales podría reducirse más que el resultado obtenido; con la ayuda de una investigación documental se recolectaron 9 de los caudales de los lavabos con sistema ahorrador de agua, en donde nuestro sistema se encuentra solo por debajo de 4 de ellos, si se mejorara la estética y las condiciones del prototipo, podría considerarse una alternativa conveniente en el cuidado y ahorro de agua a un precio más accesible que los existentes en el mercado.

Para la alimentación del circuito se pensó en hacerlo más eficiente mediante el uso de una celda solar de 18V, con esto podría estar funcionando Arduino, el sensor y la unidad Relé, para ello se requirió de un transistor 7809 para entregar 9V a la placa Arduino y esta pudiera repartir el voltaje correspondiente en el funcionamiento de la unidad Relé, para la electroválvula se necesita de una fuente de 12V para su operación, se mantuvo con la ayuda de un alimentador de 12V hasta buscarle una forma de operar sin necesidad de la alimentación de DC.

La tecnología juega un papel muy importante para el desarrollo de una investigación, esta puede ser una gran herramienta para conducir y lograr resultados, gracias a los software los cálculos pueden realizarse de manera sencilla y precisa, para las opciones matemáticas el uso de MATLAB y Excel fue fundamental, la diferencia entre estos dos son en la colocación de las fórmulas y

en la entrega de datos, específicamente en los cálculos con fórmulas de fluidos se prefirió MATLAB por su mejora en los cálculos y teniendo certeza de las operaciones a realizar y de su resultado. Para la programación se usó el software de Arduino ID teniendo como experiencia el uso de este medio y su lenguaje C++.

El uso de la encuesta es una herramienta que ayuda en la recolección de datos, principalmente fundamentado por el uso de estrategias que son de apoyo para el investigador, hoy en día por la situación que se atraviesa a causa de la emergencia sanitaria ocasionada por el virus SARS-COV-2 (COVID-19), se recurre a esta como la alternativa para la recolección de datos sustituyendo la investigación de campo en el programa educativo de ingeniería ambiental; la realización de esta se dio mediante preguntas especulativas que fueron dando camino a esta investigación, como se requería información referente al uso y tiempo en un lavabo, la base fueron esos criterios, además de conocer la aceptación de los estudiantes ante un sistema ahorrador de agua con Arduino. Una vez teniendo el formato de encuesta y a quienes va dirigido, se estableció el medio de aplicación de manera digital mediante la herramienta de Google formularios, tomando en cuenta el momento que la institución se encuentra cerrada, para no realizar un aproximado de 287 encuestas, se realizó el cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas, se tomó una desviación estándar de la población, este valor regularmente no se tiene, pero puede considerarse como un valor constante de 0.5, para el nivel de confianza se utilizó el 95% equivalente a 1.96 como resultado más usual, aunque puede estimarse al 99% dando un equivalente de 2.58, en nuestro caso se valoran al 95%, todo por seguridad al tomar el resultado más usual, para el límite aceptable de error muestral se establecen valores de 1% (0.01) y 9% (0.09), para no abrir mucho el margen de error se utilizó el 1%, al igual que la desviación estándar de la población puede modificarse a criterio de quien investiga. Con base a esto, se obtuvo un tamaño de muestra de 67. Las encuestas se realizaron a 33 hombres y 34 mujeres, tomando el dato de hombres y mujeres:

- Se supo que la mayoría de estudiantes suelen realizar el lavado de manos más de 5 veces al día tomando como resultado un total de 38 estudiantes,
- Para el tiempo que pueden tardar durante el lavado de manos 55 personas mantienen un tiempo de 20 segundos estimado por la (SSA, 2020) y los otros 12 estudiantes cumplen un tiempo aproximado de 40 segundos según la (OMS, 2009).
- El número de veces que los estudiantes usan un lavabo para satisfacer actividades de higiene personal se obtuvo un total de 41 personas que requieren de 3 a 5 veces y 17 de ellos de 5 a 6 veces al día, dando a entender que la mayoría sustituyen el lavabo por otro medio donde pueda efectuar las actividades,

sólo 9 estudiantes realizan el máximo de actividades en un lavabo, ya sea porque es el único medio donde puedan realizarlo o es de su comodidad.

- Como dato pernicioso fue el porcentaje de estudiantes que no conocen el gasto de agua durante el lavado de manos, donde 53 de 67 entrevistados aseguran no conocer este dato, nada más 14 de ellos tienen presente el posible gasto en el recurso hídrico, con base a esto podría atribuirse una deficiente educación ambiental referente a temas hídricos que puede estar acompañada de una falta de interés por parte de los alumnos,

- En el planteamiento de un lavabo automatizado con Arduino el 97% de los encuestados creen que este tipo de sistema puede ser una solución en el ahorro de agua y puede considerarse como una alternativa para promover la educación en el cuidado del recurso hídrico; mientras que el 3% restante tiene dudas o creen que este tipo de sistemas no cumplirían con esa función.



## RECOMENDACIONES

Recomendaciones	
Lavabo y tuberías	Mantener el aseo y mantenimiento de la grifería para evitar taponamiento de sarro o algún otro material.
	No golpear el lavabo y la tubería para reducir el daño por reparación de piezas rotas.
	Es recomendable el uso de reductores de caudal, sean los convencionales que encontramos en el mercado o bien podemos fabricarlos con materiales de reusó.
Partes electrónicas y eléctricas	Colocar el circuito lejos de lugares con exceso de humedad, las piezas electrónicas pueden ser cubiertas por algún recipiente o protector.
	Alimentar la placa Arduino con el volante correspondiente de 5V, en caso de usar una fuente de alimentación de 9V se requerirá de un transistor que ayude a regular el voltaje.
	Evitar golpear las piezas para no dañarlas o romperlas, manejar con cuidado y reconocer los lados de cada pieza para una correcta instalación.
	La alimentación del sistema mediante una celda solar, es una alternativa que ayuda a evitar el uso de baterías y sus residuos después del tiempo de vida.
Programación	Para la programación, al no ser muy compleja podría adaptarse usando condiciones en el tiempo, donde pueda destinarse un tiempo inicial de 5 segundos para abrir la electroválvula y cerrarla durante 15 segundo, este tiempo serviría para el enjabonado de manos, una vez concluido este tiempo podría abrirse nuevamente por 5 a 8 segundos para retirar el jabón de las manos; así mismo la adaptación de otros compuestos electrónicos como un Displaye Lcd que indiquen el tiempo y el gasto del agua consumida.

*Tabla 6- En la siguiente tabla se presentan algunas recomendaciones surgidas en el transcurso de esta investigación.*

## ANEXOS

### Anexo 1

#### ENCUESTA

Sexo: \_\_\_\_\_

La presente encuesta ayudara a recolectar datos sobre el gasto de agua en lavabos, para esto se te pide que leas y señales alguna de estas posibles respuestas.

- 1- ¿Cuántas veces al día te lavas las manos?
  - a) De 1 a 2 veces al día
  - b) De 3 a 4 veces al día
  - c) Más de 5 veces al día
- 2- ¿Cuánto tiempo mantienes abierto el grifo durante el lavado de manos?
  - a) 20 s
  - b) 40 s
  - c) Mayor a 50s
- 3- ¿Cuántas veces al día realizan en su hogar cada una de estas actividades?  
lavado de dientes, afeitado, lavado de manos, lavado de cara
  - a) De 3 a 4 veces al día
  - b) De 5 a 6 veces al día
  - c) Más de 7 veces al día
- 4- ¿Sabes cuánto de agua consumes durante el lavado de manos?
  - a) Si
  - b) No
- 5- ¿Cres qué un sistema automatizado pueda ser una alternativa en el ahorro de agua en lavabos?
  - a) Si
  - b) No

*Anexo 1– En la presente ilustración se muestra el formato de encuesta aplicada a 67 estudiantes del programa educativo de ingeniería ambiental, esta encuesta se realizó mediante Google formularios.*

## Anexo 2



Anexo 2- Google formularios es una aplicación sencilla y ligera que le permite crear encuestas, cuestionarios y sondeos fácilmente.

## Anexo 3



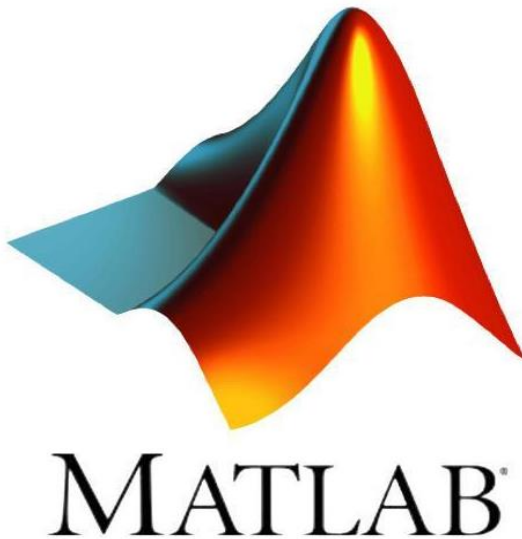
*Anexo 3- Excel es un sistema informático perfeccionado y compartido por Microsoft Corp. Consiste en un software que nos posibilita a desarrollar trabajos contables y financieros gracias a sus funciones, que fueron creadas especialmente para ayudar a trabajar y elaborar hojas de cálculo.*

#### Anexo 4



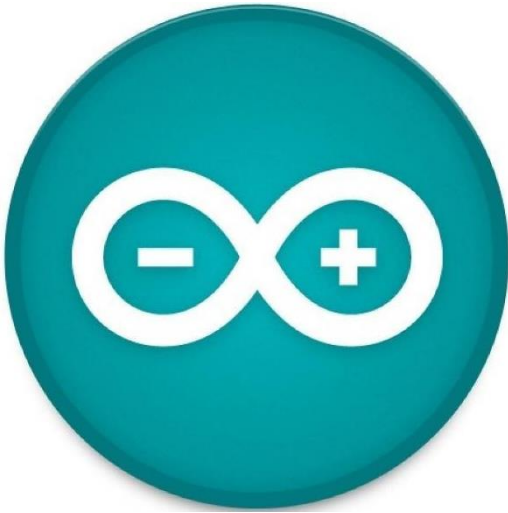
*Anexo 4- Microsoft Word, es un programa editor de texto ofimático muy popular, que permite crear documentos sencillos o profesionales. Microsoft Word es incluido en el paquete Microsoft Office de Microsoft.*

#### Anexo 5



Anexo 5- MATLAB, el lenguaje de cálculo técnico desarrollado por MathWorks, es un entorno de programación para el desarrollo de algoritmos, análisis de datos, visualización y cálculo numérico.

## Anexo 6



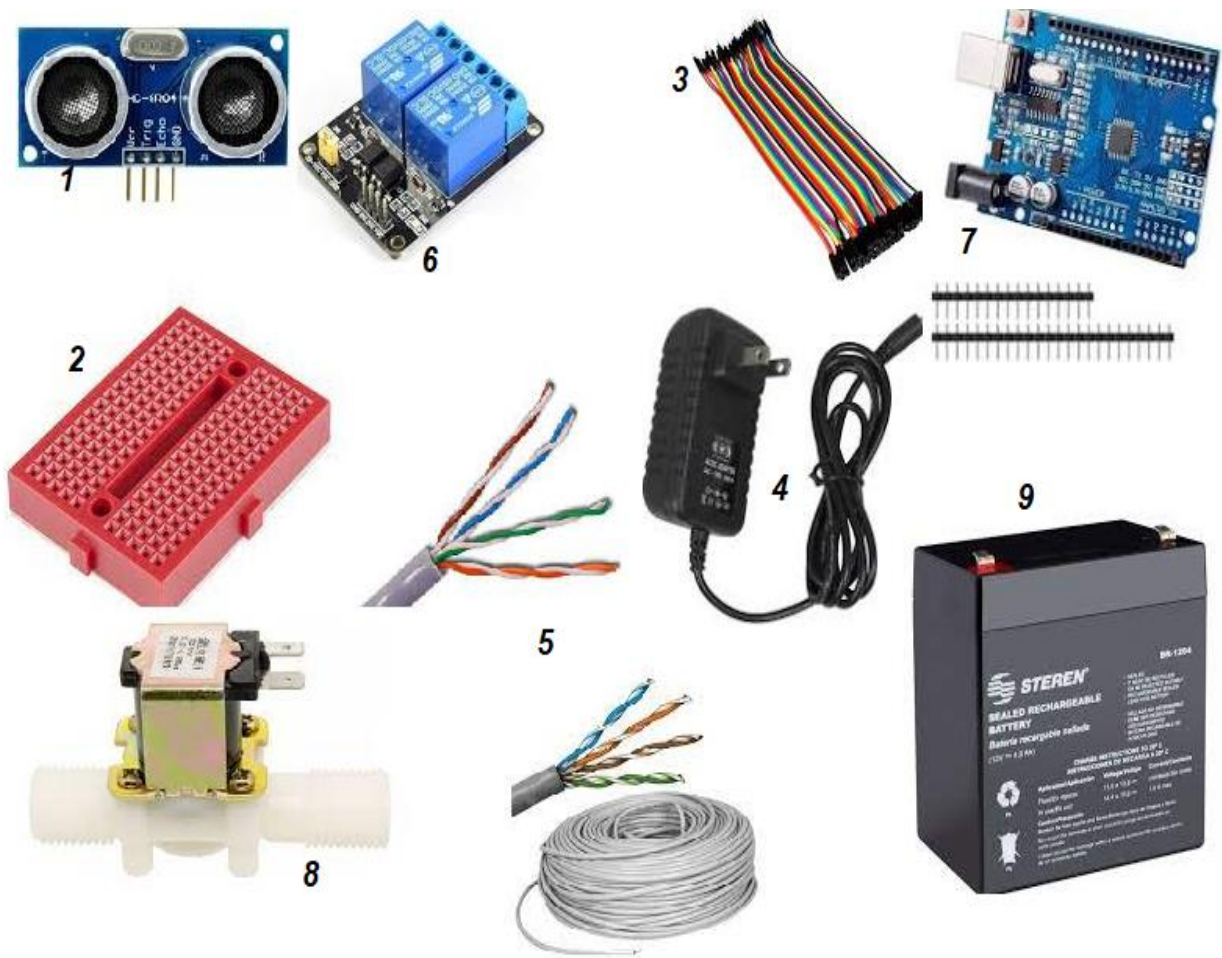
Anexo 6- El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE.

## Anexo 7



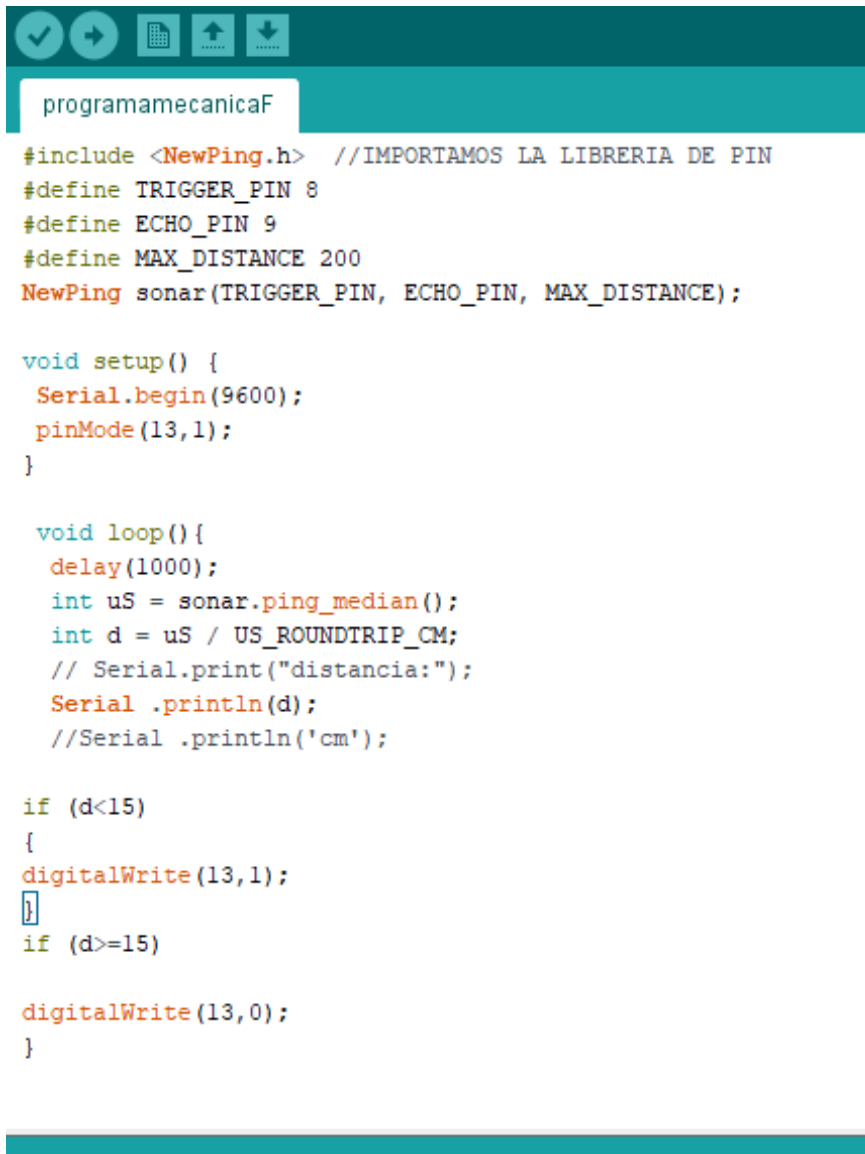
Anexo 7 - Se presentan los materiales requeridos en la instalación de del sistema de tubería donde 1)Tubo de CPVC, 2)Tubo corrugado para desagüe, 3) Codos de CPVC, 4) Adaptador CPVC, 5) Pegamento para CPVC, 6) Manguera para lavabo, 7) Manguera para alimentación y 8) Abrazaderas.

## Anexo 8



Anexo 8- Se muestran los componentes electrónicos usados en el sistema en donde 1) sensor ultrasónico hc-sr04, 2) protoboard, 3) cables macho-hembra, 4) alimentador de 12v, 5)cable utp, 6) unidad relé, 7)placa Arduino uno, 8)electroválvula de 12v y 9)batería 12 v.

## Anexo 9



```
programamecanicaF

#include <NewPing.h> //IMPORTAMOS LA LIBRERIA DE PIN
#define TRIGGER_PIN 8
#define ECHO_PIN 9
#define MAX_DISTANCE 200
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13,1);
}

void loop(){
  delay(1000);
  int uS = sonar.ping_median();
  int d = uS / US_ROUNDTRIP_CM;
  // Serial.print("distancia:");
  Serial.println(d);
  //Serial.println('cm');

  if (d<15)
  {
    digitalWrite(13,1);
  }
  if (d>=15)

  digitalWrite(13,0);
}
```

Anexo 9- Se muestra la programación del sistema ahorrador de agua, el cual fue realizado mediante el software Arduino, antes de realizar la programación se requirió descargar algunas librerías para reconocimiento del sensor.



## Anexo 10



*Anexo 10- Se muestra el lavabo roto, este componente fue donado por un conocido, al darle la opción de reusarlo procedió a la entrega de dicho componente.*



Anexo 11

ORGANIGRAMA							
Protocolo de investigación	26 de agosto de 2020	25 de septiembre de 2020	17 de noviembre de 2020	25 de noviembre de 2020	27 de diciembre de 2020	2021	
Selección del tema							
Marco Metodológico: objetivos, antecedentes, planteamiento del problema Justificación							
Marco teórico							
Marco legal							
Metodología							
Resultados							
Análisis de datos							
Conclusiones							

*Anexo 11 - Se presenta el organigrama de las actividades realizadas de inicio a final del desarrollo de la investigación.*

## REFERENCIAS

- Amazon. (16 de Marzo de 2019). *Amazon.es*. Recuperado el 28 de septiembre de 2021, de [https://www.amazon.es/BONADE-Autom%C3%A1tico-Monomando-Infrarrojos-Mezclador/dp/B07PMRRH2K/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=Bonade+automatico+grifo+d e+lavabo+cromado&qid=1557778109&s=gateway&sr=8-2-fkmrnull&linkCode=ll1&](https://www.amazon.es/BONADE-Autom%C3%A1tico-Monomando-Infrarrojos-Mezclador/dp/B07PMRRH2K/ref=as_li_ss_tl?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=Bonade+automatico+grifo+d e+lavabo+cromado&qid=1557778109&s=gateway&sr=8-2-fkmrnull&linkCode=ll1&)
- Arduino, S. (2017). Recuperado el 22 de octubre de 2020, de <https://proyectosconarduino.com/sensores/>
- Castillo Ojeda, F. (2014). *Diseño y construcción de un sistema de tanques acoplados para la medición y control automático de nivel de líquidos*. Tesis.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const]. Art. 4,27 y 125. 28 de mayo de 2021 (México).
- DOF, (2012). LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 04 de junio de 2012, México.
- Grifosyduchas. (2021). *Grifosyduchas.top*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2021, de <https://grifosyduchas.top/grifo/automatico/>
- Gutiérrez, G. (2018). *scribd.com*. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://es.scribd.com/document/388286998/La-Historia-de-La-Tuberia>
- H2olimpio. (1 de enero de 2017). *h2olimpio.com*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <https://www.h2olimpio.com/blog/alguna-vez-te-preguntado-origen-del-lavabo/#:~:text=Este%20sistema%20de%20higiene%20dom%C3%A9stica,con%20ella%2C%20los%20lavabos%20modernos.>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M., Méndez, S., & Mendoza, C. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México, D.F., México: McGRAW-HILL /.
- iagua. (2 de agosto de 2017). *iagua.es*. Recuperado el 19 de octubre de 2020, de <https://www.iagua.es/noticias/locken/17/02/08/pioneros-agua-historia>
- LOCKEN. (28 de abril de 2017). *aguasresiduales.info*. Recuperado el 19 de octubre de 2020, de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/el-agua-en-la-historia-de-la-civilizacion-del-hombre>
- Montaño, O. (2015). *Proyecto piloto de uso eficiente y ahorro de agua en dos instituciones educativas del municipio de Tulúa*. Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios., Tulúa.

- novelec. (9 de agosto de 2017). *grouponovelec.com*. Recuperado el 22 de octubre de 2020, de <https://blog.gruponovelec.com/fontaneria-y-gas/la-fontaneria-traves-la-historia/>
- Peraza, J. (noviembre de 2009). *infomadera.net*. Recuperado el 18 de octubre de 2020, de [https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_5546\\_2623443.pdf](https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_5546_2623443.pdf)
- Petra, M. (14 de junio de 2019). *miapetra.es*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <https://www.miapetra.es/blog/historia-del-lavabo/>
- polivinílicos. (noviembre de 2011). *polivinilicoslaily.blogspot.com*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de [http://polivinilicoslaily.blogspot.com/2011/11/historia-del-lavabo\\_22.html](http://polivinilicoslaily.blogspot.com/2011/11/historia-del-lavabo_22.html)
- Rayburn, C. (20 de noviembre de 2017). Historia de la tubería de PVC. *eHow En español*. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de [https://www.ehowenespanol.com/historia-tuberia-pvc-sobre\\_79728/](https://www.ehowenespanol.com/historia-tuberia-pvc-sobre_79728/)
- Rela, A. (2010). *Electricidad y Electrónica* (1a ed. ed.). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación - Instituto Nacional de. Recuperado el 4 de marzo de 2021
- Salud, O.M.S. (2009). *¿Cómo lavarse las manos?*
- Salud, s. d. (2020). *Pasos para lavarse las manos*.
- SEMARNAT. (2012). *Agua*. SEMARNAT. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap6\\_agua.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap6_agua.pdf)
- URREA. (1999). *Ficha técnica Normatividad NMX-C-415-ONNCCE-1999*. México: DOF.