IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA ELECTROHIDRÁULICO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DE LA DUCHA EN EL SANITARIO.

PROPUESTA DE GRADO

TRABAJO DE GRADO

ANDRES FERNANDO LAVERDE DIAZ

JEFFER IVÁN MARTÍNEZ URRUTIA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, D.C. DICIEMBRE 3 DE 2016

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA ELECTROHIDRÁULICO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DE LA DUCHA EN EL SANITARIO.

ANDRES FERNANDO LAVERDE DIAZ

JEFFER IVÁN MARTÍNEZ URRUTIA

PROPUESTA DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TUTOR: ING. LISANDRO NUÑEZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, D.C. DICIEMBRE 3 DE 2016

ACTA JURADOS.

FORMULARIO DE LA DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

DEDICATORIA.

Este documento está dedicado al faro de mi vida, mi Mama, todo el esfuerzo que he puesto en la realización de este sueño, ha sido fruto de tu sacrificio, comprensión, amor y fe en Mí.

También quiero dedicarlo, a quienes a pesar de las circunstancias buscan el conocimiento en lo desconocido, pues no se conforman; a ellos, los que tras prueba y error logran su objetivo y nunca pierden la fe en Sí mismos, recordando siempre su humanidad y sus miedos; y es ahí, en ese punto crítico donde demostramos de lo que realmente estamos hechos, pues

El Miedo Da Alas A Los Hombres.

(Andrés)

DEDICATORIA.

Este trabajo se lo dedico a mi hijo, a mi esposa y a mi familia, a la satisfacción de mí mismo para los logros cumplidos en esta carrera tan importante y bella, como lo es la ingeniería civil.

(Jeffer)

APROBACIÓN

La propuesta de grado titulada "***Sistema Para Reutilización De Aguas Grises De La Ducha En El Sanitario***", presentada por Andrés Fernando Laverde Díaz Código: 7301795 y Jeffer Iván Martínez Urrutia Código: 7300831, Estudiantes de ingeniería Civil, para optar al título de "Ingeniero Civil" fue aprobada por el tutor:

_____

Ing. Lisandro Núñez

Tutor Área Hidráulica Universidad Militar Nueva Granada.

TABLA DE CONTENIDO.

1. TÍTULO. 12
2. AREAS DE INFLUENCIA. 13
2.1 Área de Hidráulica: 13
2.2 Área Sanitaria y Ambiental: 13
3. ANTECEDENTES 14
4. PROBLEMA. 17
5. ESTADO DEL ARTE. 18
6. MARCO TEORICO. 24
7. JUSTIFICACION. 27
8. OBJETIVOS. 28
8.1 Objetivo General. 28
8.2 Objetivos Específicos 28
9. ALCANCE. 29
10. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA 30
11. DELIMITACIÓN CRONOLOGÍA. 31
12. DELIMITACION CONCEPTUAL. 32
13. METODOLOGIA PROPUESTA. 33
14. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS. 35
15. RESULTADOS ESPERADOS. 36
16. PRESUPUESTO. 37
17. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. 39
18. GENERALIDAD DEL DISEÑO. 41
19. PROTOTIPO. 43
20. FUNCIONAMIENTO PROTOTIPO. 46
20.1 Uso sistema ahorro, agua captada de la ducha. 46
20.2 Abastecimiento de la poceta con aguas grises tratadas. 50
20.3 Abastecimiento de la poceta con agua potable del suministro del acueducto. 55
20.4 Uso del sanitario, si no hay energía o el sistema falla. 59
21. DESCRIPCIÓN DETALLADA COMPONENTES. 61

21.1 Sistema de captación. 61
21.1.1 Volumen Mínimo Requerido. 61
21.1.2 Dimensionamiento Teórico De Sistema De Captación. 63
21.1.3 Diseño poceta de captación. 65
21.2 Sistema De Limpieza Y Purificación. 67
21.2.1 Tratamiento De Aguas Durante El Proceso Experimental. 68
21.2.2 Construcción filtro. 72
21.3 Sistema De Lectura Y Activación. 75
21.3.1 Tarjeta electrónica de mando. 75
21.3.2. Lenguaje de programación utilizado. 78
21.3.3. Programación introducida al Arduino. 78
21.4 Sensores. 83
21.4.1 Boya o sensor poceta de captación. 83
21.4.2 Sensor tanque del sanitario. 84
21.5 Sistema de impulsión. 85
21.6 Sistema de repartición. 89
21.6.1 Electroválvula de 2 entradas y 1 salida. 89
21.7 Accesorios PVC y POLIPRO. 91
22. INSTALACIÓN PROTOTIPO. 92
23. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. 101
24. INICIO FASE EXPERIMENTAL. 105
24.1 Cantidad duchas al día. 107
24.2 Cantidad Veces De Llenado Del Tanque Del Sanitario. 107
24.3 Medición de pH semanal del agua entregada al sanitario. 109
24.4 Taponamiento en válvula solenoide y cambio de sistema purificación. 109
25. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA. 110
25.1 calculo agua potable ahorrada 110
25.2 Calculo valor m3 (acueducto). 111
25.3 Valor kwh Codensa 113
25.4 Calculo consumo energía durante (1) descarga abastecida con aguas grises tratadas. 115
25.4.1 Calculo teórico. 115
25.4.2 Calculo experimental. 115

25.4.3 Ajuste medición teórica vs experimental. 117
25.4.4 Calculo consumo en kwh por (1) descarga abasteciendo con agua gris. 118
25.4.5 Costo durante el llenado del tanque sanitario con aguas grises tratadas. 119
25.5 Calculo consumo energía durante (1) descarga de agua acueducto 120
25.5.1 Calculo teórico. 120
25.5.2 Calculo experimental. 120
25.5.3 Ajuste medición teórica vs experimental. 122
25.6 Calculo consumo en kwh por (1) descarga abasteciendo con agua del acueducto. 123
25.7 Costo durante el llenado del tanque sanitario con agua del acueducto. 124
25.8 Calculo valor consumo energía prototipo recirculación de agua gris tratada durante toda la etapa experimental. 125
25.9 Calculo valor consumo energía prototipo recirculación de agua acueducto durante toda la etapa experimental. 126
25.10 Sumatoria valor consumo energía prototipo recirculación de agua acueducto y aguas grises durante toda la etapa experimental. 127
25.11 Calculo costo agua ahorrada durante toda la etapa experimental. 128
25.12 diferencia de costos consumo energía vs ahorro agua. 129
25.13 Costos operativos mensuales prototipo para recirculación agua gris. 130
25.14 Diferencia ahorro por consumo experimental mensual generado vs costos operativos mensuales 131
25.15 Tasa interna de retorno y porcentaje anual de recuperación. 132
26. ANÁLISIS DE RESULTADOS TRATAMIENTO DE AGUAS. 133
26.1 Agua potable. 135
26.2 Agua jabonosa preparada. 137
26.3 Agua antes del filtro sin potasio de alumbre. 139
26.4 Agua después del filtro sin potasio alumbre. 142
26.5 Agua antes del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre. 145
26.6 Agua tratada después del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre. 148
26.7 Agua Con Pato Tanque. 151
27 COMPORTAMIENTO DEL AGUA. 153
28 CONCLUSIONES. 158
29. RECOMENDACIONES. 160
30. ANEXOS. 161
31. GLOSARIO. 166

32. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 170

1. TÍTULO.

Implementación De Sistema Electrohidráulico Para Reutilización De Aguas Grises De La Ducha En El Sanitario.

2. AREAS DE INFLUENCIA.

2.1 Área de Hidráulica:

Se trabajó con el área hidráulica, debido a su amplia involucración y línea base con el proyecto; durante el desarrollo de las asignaturas logramos comprender las posibilidades que brinda su estudio, para entender la forma como la energía del agua y su fluidez se ven envueltas en las actividades que realizamos a diario, es por eso que se quiere generar uso de estas fuerzas y energías para hacer de este proyecto algo sostenible y sustentable.

2.2 Área Sanitaria y Ambiental:

Estas dos áreas, fueron la base fundamental de este proyecto, dado que el énfasis en la conservación de los recursos que se vio durante el proceso académico, fue enfática la obligación de darles un mayor aprovechamiento a estos recursos para ayudar a conservarlos, porque la mayoría no son renovables, también fue fundamental el principio de darles una adecuada disposición final cuando deben ser desechados.

3. ANTECEDENTES

Colombia es un país con una amplia flora y fauna, esto debido en gran parte a sus valiosos recursos hídricos, su mayor fuente para mantener este ecosistema según datos geográficos de Colombia-sa, "en todo el territorio podemos encontrar más de 30 ríos principales con caudales permanentes, y alrededor de 755.000 microcuencas"(Colombia-sa. 2016), Para conservación de estos recursos el gobierno colombiano desarrollo la LEY 373 DE 1997, la cual establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, la que plantea en sus artículos la elaboración de un programa de manejo responsable de las aguas, de acuerdo a la necesidad, y exige la reutilización de aguas lluvias y subterráneas para darles un uso eficiente [1], aun con estos controles, el uso obligatorio para llevar a cabo procesos industriales y productivos, genera que se presentan pérdidas considerables del recurso a diario, como es el caso de la Compañía Drummond, con la explotación minera de carbón a cielo abierto, ubicada en La Jagua de Ibirico, Cesar, Colombia, donde según datos [2] "la empresa minera, cuenta con el derecho legal de captar más de 51 millones de litros de agua al día, el equivalente para abastecer 3.200 personas día", la mayoría de estos recursos no son renovados y para el país son pérdidas importantes.

Otro punto importante es el ámbito climático, según el IDEAM [3] "A lo largo del siglo XXI, los volúmenes de precipitación decrecerían entre un 15% y 36% para amplias zonas de las regiones Caribe y Andina, y existirían incrementos de precipitación hacia el centro y norte de la Región Pacífica", Esta tendencia indica que hay escenarios de cambio en respuesta a los fenómenos climáticos colombianos, aunque el centro del país no se vea afectado por la reducción de las precipitaciones, el gobierno no baja la guardia, en materia buscar metodologías centradas en preservar los recursos hídricos, en respuesta a esta ambigua situación la alcaldía de Bogotá, en el

[1] Ley 373 DE 1997 Programa de uso eficiente y ahorro del agua, 11 de junio de 1997.
[2] Las dos Orillas, Felipe Chica Jiménez, 2014.
[3] IDEAM, Escenarios De Cambio Climático, 2014.

año 2013, se presenta el proyecto de acuerdo 134 De 2013, "por medio del cual se promueven alternativas de ahorro de agua en el distrito capital"[4], el proyecto busca alternativas viables que generen sustentabilidad al consumo que se concibe en los hogares, buscando implementar el uso de orinales ahorradores y aparatos sanitarios que estén conectados al lavamanos para reutilizar el agua.

Los recursos hídricos en Colombia tienen la capacidad suficiente de abastecer el 100% de la población, pero "El 28 por ciento de la población rural de Colombia enfrenta una situación crítica por la falta de acueducto, por lo que miles de personas consumen agua de afluentes contaminados exponiéndose así, a contraer enfermedades, esta cifra que equivale por lo menos a 3,1 millones de colombianos."[5], en consecuencia de esto la poca agua potable que logran conseguir, debe utilziarse consumo humano y para el abastecer sanitarios y duchas.

En Colombia se han creado organizaciones que trabajan en pro de la auto sostenibilidad de los recursos, implementando en obras nuevas, técnicas constructivas utilizadas en otros países, es el caso del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), quien desde el 2008 ha cambiado el concepto de lo sostenible de algo ostentoso, a una necesidad para conservar los recursos sistemas de ahorro y optimización de los recursos, buscando mantener el equilibrio, entre el hombre y el entorno que esta transformado.

La noción de estos sistemas auto sostenible se basa bajo el concepto de ahorro en agua, luz, y aire, aprovechando de una mejor manera los espacios, pero con la constante de remodelarlos o crear obras nuevas.

---

[4] Proyecto De Acuerdo 134 De 2013, Promoción de alternativas de ahorro de agua en el distrito Capital, 2013.
[5] El tiempo, cobertura de acueducto en Colombia. Cristian Ávila Jiménez, 24 de marzo, 2015.

De acuerdo a lo expuesto previamente, la finalidad de este proyecto es adaptar un sistema que permita reutilizar aguas grises captadas de la ducha, y darles una disposición final en sanitarios, sin necesidad de intervenir la locación donde se desee implementar, además lograr de una manera sostenible el aprovechamiento al máximo estos recursos.

4. PROBLEMA.

En la actualidad, se han desarrollado nuevas tecnologías, que buscan implementar dentro de procesos constructivos, sistemas de ahorro de agua, como los sanitarios ahorradores con doble descarga, tanques de almacenamiento con redes canalizadas para captar aguas grises y lluvias, para uso sanitario, pero surge una pregunta:

¿Existe algún sistema que se pueda implementar en la mayoría de baños colombianos, que permita darle un segundo uso a las aguas grises de la ducha antes de su disposición final?

5. ESTADO DEL ARTE.

A continuación se hará un análisis de los proyectos puestos en práctica, en Colombia y en España, que buscan dar una solución al proceso de aprovechamiento de aguas grises.

Mario Pastor Martín,[6] es un español con mentalidad auto sostenible, Él explico el sistema que implemento en su hogar, el cual consiste en la recirculación de agua gris desde una tina, por medio de bombeo manual (ver figura 1), hacia un tanque de almacenamiento, instalado en la parte superior del baño en acero inoxidable (ver figura 2), este tanque tiene una capacidad aproximada de 84 Litros, y cuenta con una tapa de inspección y unas válvulas que por gravedad y permisibilidad de las mismas permiten el paso directo hacia el tanque de reserva del sanitario donde la descarga se hace por perilla de descargue (ver figura 3).

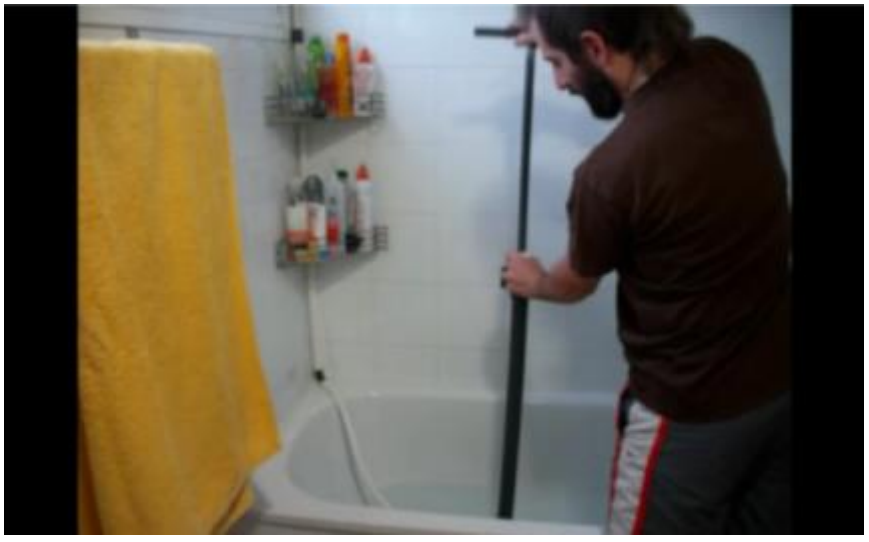


Figura 1. Succión manual agua de la tina de la ducha, prototipo Mario Marín, Fuente YouTube.

[6] Mario Pastor Martín , Reutilizar el agua de ducha 2011

Figura 2. Tanque llenado y almacenamiento aguas grises, prototipo Mario Marín, Fuente YouTube.

Figura 3. Apertura válvula de llenado tanque del sanitario, prototipo Mario Marín, Fuente YouTube.

Una de los principales inconvenientes respecto al uso, vistos en este prototipo es que el llenado del tanque de almacenamiento debe ser manual, y para un usuario común por practicidad no es cómodo estar bombeando después de utilizar la ducha.

Otro aspecto que se observó, es la falta de regulación del agua que se entrega al tanque del sanitario ya que no existe una barrera limitante del suministro de agua gris entregada, como un flotador o válvula automática que corte el llenado, lo debe realizar el usuario al momento de descargar el sanitario.

Finalmente este prototipo quedo descartado para su evaluación, porque la unidad sanitaria de captación usada es una Tina, este elemento es poco común en los hogares colombianos, el factor común, en un baño estándar colombiano es el "poyo de la ducha", este elemento divisorio de aproximadamente 10 Cms, hace las veces poceta en la ducha, esto nos llevó a buscar una alternativa donde la poceta de captación sea otra.

Continuando con la búsqueda, se encontró la compañía GC International,[7] quienes realizaron el diseño y ensamble de un sistema de captación para la reutilización de aguas grises el Eco Guardián (ver figura4), que parte del principio de captación con una poceta plástica haciendo el tratamiento de aguas grises con pastillas de cloro, y por medio de un sistema bombas sumergibles de menos de ¼" de HP realiza la extracción desde la poceta hacia el tanque del sanitario, entrando por el acople sanitario.

Este sistema tiene características importantes de lo que se busca implementar, pero tiene unas oportunidades de mejora como las mencionadas a continuación.

[7] Cezario E, GC Internacional. Eco Guardián Reciclador De Agua De La Ducha para El Sanitario. 2013

El tratamiento de aguas respecto a rastros de jabón, shampoo y grasas, no es adecuado y se utiliza el cloro, solo para manejar el pH del agua y no se hace un tratamiento al color, y solidos que pasan las rejillas de retención en la tapa de la poceta (ver figura 5,6 y 7).

El olor que generan las pastillas de cloro al momento de disolverse con el agua es hostigaste y fuerte, y puede ser generar daños en la salud humana (ver anexo 1), si no se tiene el debido cuidado (ver figura 5).

Por otro lado la capacidad de llenado para un sanitario con una bomba de esta capacidad tarda en el tiempo de respuesta, y lo que se busco fue que el tiempo de llenado sea mínimo. (Ver figura 8)

El riesgo eléctrico de tener una bomba sumergida en constante flujo con el agua, no es una condición segura, (ver figura8).

El costo es un factor que incide en este caso, pues según cotización solicitada a la compañía en abril de 2016 (Ver Anexo 2), sistema instalado tiene un costo de $ 950.000 COP.

Figura 4. Montaje Eco guardián, fuente YouTube.

Figura 5. Pastilla de cloro para aumentar el pH del agua, fuente propia.

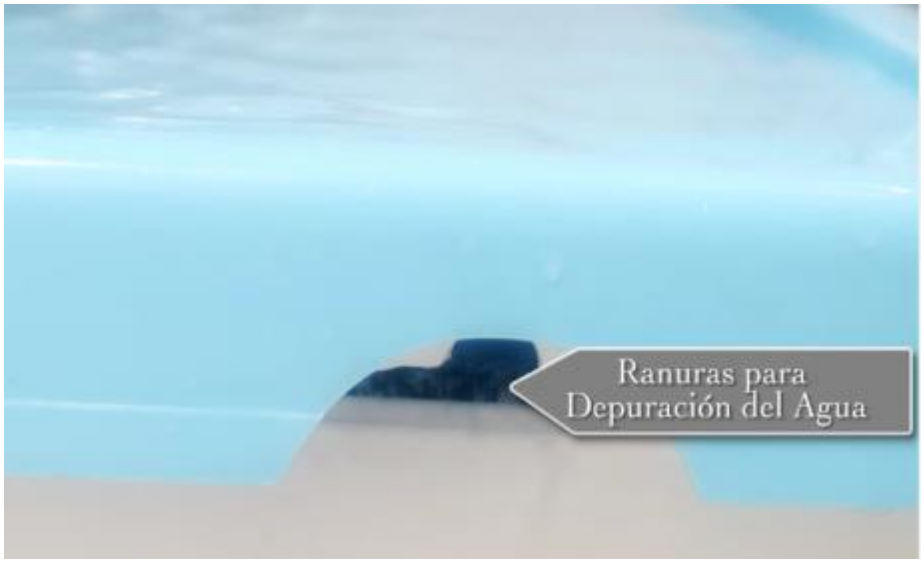


Figura 6. Reboce poceta, supuesto tratamiento de grasas, jabón y shampoo, Fuente YouTube.

Figura 7. Rejilla de retención de sólidos.

Figura 8. Bomba sumergible con flotadores de nivel, fuente YouTube

6. MARCO TEORICO.

El Proyecto "Implementación De Sistema Electrohidráulico Para Reutilización De Aguas Grises De La Ducha En El Sanitario", nace a partir de la necesidad de aprovechamiento de las aguas grises en una vivienda, por cultura general, no se tiene una mentalidad de un sistema sostenible de los recursos, sino que únicamente estamos enseñados a darle un aprovechamiento básico a todo y más cuando se conoce el gran consumo que generan puntos hidráulicos como la ducha y el sanitario, tal como lo sustenta el gobierno de Chile en el estudio realizado para el manual para el consumo responsable de agua potable 2007, Cruzat R.[8] Los puntos hidráulicos que más consumen son la lavadora y la ducha, pero si con base en estos datos, calculamos los consumos realizados por 3 personas durante 1 semana, notamos que el mayor gasto lo encabeza la Ducha y el Sanitario, con un 61%, haciendo un consumo aproximado de 3072 litros semanales, como se muestra en la siguiente tabla, (Ver Tabla 1 y Grafica 1).

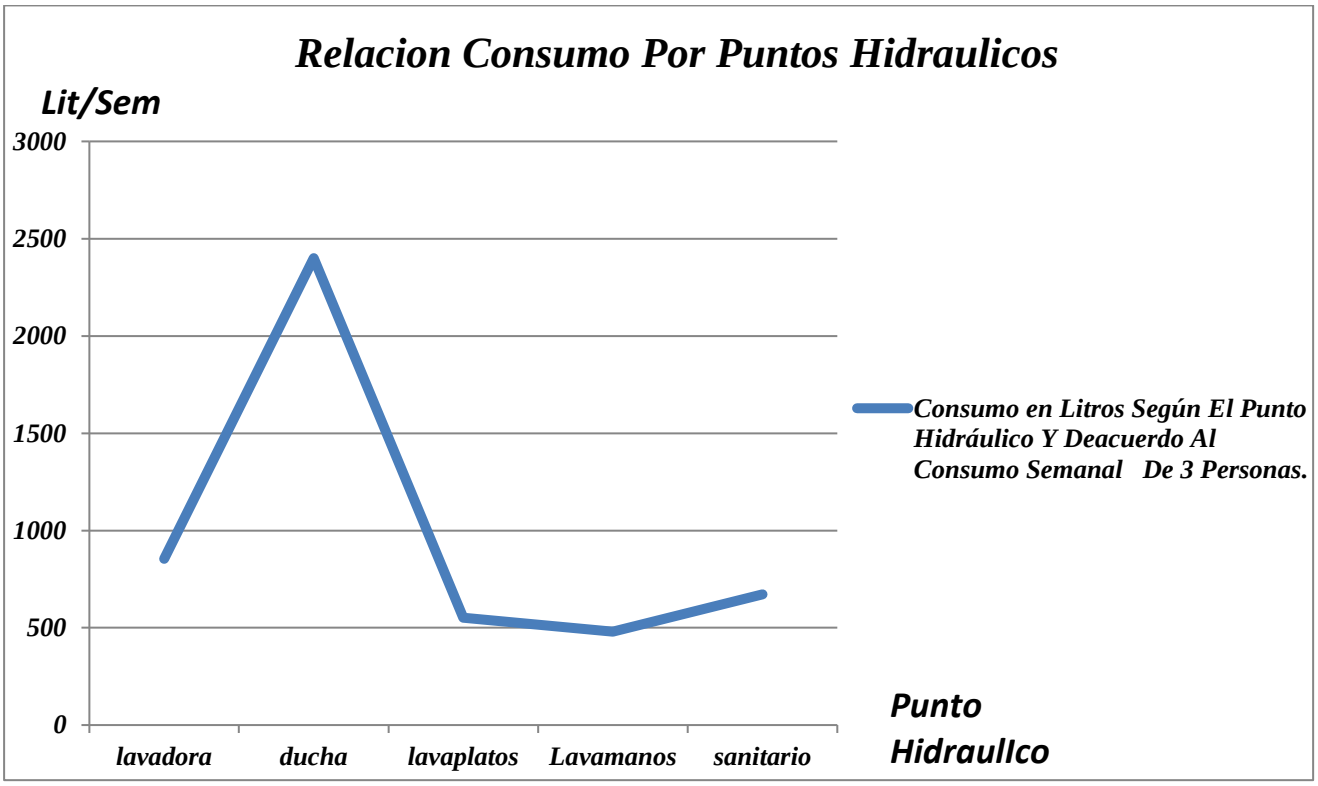
Tabla 1.

Calculo Consumo Agua Semanal Para 3 Personas, en vivienda, Fuente. Superintendencia de Servicios Sanitarios, Gobierno de Chile 2015

Punto Hidráulico	Consumo en Litros Por Punto Hidráulico Por Persona	Consumo Total 3 Personas Por Semana	% Consumo
lavadora	285	855	17%
ducha	100	2400	48%
lavaplatos	23	552	11%
Lavamanos	20	480	10%
sanitario	7	672	14%
Total		4959	100%

Uso Ducha Y Sanitario	62%

[8] Superintendencia de Servicios Sanitarios, Gobierno de Chile 2015,



Grafica 1. Consumo por puntos hidráulicos por 3 personas, fuente propia.

Con base en este resultado, podemos inferir varios dos datos importantes.

- Del 100 % del agua entrante se le está dando un aprovechamiento secundario al 0%
- El porcentaje de aguas grises supera el 86%.

Como el principio del proyecto fue reutilizar aguas grises, teniendo en cuenta la distribución arquitectónica de las viviendas por espacios, es muy raro encontrar los baños principales junto al área de lavado, por lo tanto nos limita la captación de manera discreta de las aguas grises provenientes de la lavadora y el lavaplatos y lo que se busca es que exista la menor intervención de la vivienda. Así que nos reduce a 2 puntos hidráulicos, (La ducha y el lavamanos), y por practicidad solo se trabajó con uno solo, el que mayor consumo presente, en este caso la ducha.

Como el proyecto busca dar un segundo aprovechamiento a las aguas grises, y ya se tiene contemplado el punto de captación, el segundo aprovechamiento, será remplazar de forma parcial el suministro de agua, del punto hidráulico del sanitario, con agua captada de la ducha, buscando resolver de una forma técnica, lo que ello implique, además de lograr un sistema totalmente automático.

Respecto al tema de aprovechamiento de aguas gises existe bastante información en internet, pero la mayoría está enfocada a la implementación de sistemas nuevos, o en estructuras o en remodelación, la otra parte aun es experimental y sin tantas bases técnicas.

Tomando como punto base el análisis en el estado del arte de estos dos proyectos experimentales y adaptando el avance desarrollado durante los mismos, se decidió buscar que soluciones prácticas pueden subsanar las falencias presentadas en estos prototipos, así que durante esta lluvia de ideas, se llegó a varias conclusiones:

- El sistema debe contar con una bomba de mayor capacidad, para dar un llenado que sea eficiente y brinde un menor tiempo de llenado.
- El sistema de captación no debe utilizar pastillas de cloro en el proceso de captación, este se remplazar otro elemento que no genere un impacto al sentido del olfato.
- La poceta de captación debe ser en un material a bajo costo, que presente la misma o mejor resistencia del plástico.
- El tanque de la cisterna debe contar con un flotador que sea el que regule el paso del agua de la poceta de captación, de acuerdo con los parámetros de ignición que de la poceta.

7. JUSTIFICACION.

El agua potable como recurso no renovable, se ve amenazado por el uso constante e indiscriminado del hombre sin pensar en darle un segundo uso, lo cual a mediano y largo plazo puede generar problemas de abastecimiento, el uso en los hogares es uno aporta al consumo no renovable de agua potable, y nuestro foco se centró al 60% de esta utilización del recurso.

Estas razones llevan contemplar la idea de adaptar un sistema práctico, eficiente y automático que permita la reutilización de aguas grises provenientes de la ducha para el abastecimiento y descargue alternativo del sanitario, para mitigar de cierta manera este impacto.

8. OBJETIVOS.

8.1 Objetivo General.

El objetivo general de este proyecto, es adaptar un sistema que capte y suministre las aguas grises de la ducha para ser reutilizadas en los sanitarios de las viviendas.

8.2 Objetivos Específicos

- Adaptar Un Sistema que permita la captación de aguas grises de la ducha, almacenarlas, tratarlas y utilizarlas para el descargue del sanitario.
- Realizar el montaje del prototipo en una vivienda, para llevar a cabo la parte experimental del funcionamiento del sistema.
- Realizarle un seguimiento constante al funcionamiento del sistema, llevando a cabo pruebas de presión, y lecturas del micro medidores para conocer su desarrollo durante la etapa experimental.
- Con los datos Obtenidos, realizar un análisis detallado de la viabilidad y funcionamiento del sistema para evaluar el ahorro logrado durante su implementación, y conocer su tasa de retorno en cuanto al costo beneficio que pueda lograr.
- El prototipo será instalado en un apartamento en la ciudad de Bogotá, para evaluar funcionamiento y verificar el ahorro que realiza durante la etapa experimental.

9. ALCANCE.

Una vez instalado el prototipo, puesto en funcionamiento durante el tiempo experimental de 31 días, el alcance del proyecto será conocer los resultados de su funcionamiento, y el ahorro final que tuvo la locación con respecto al consumo de agua durante este tiempo.

10. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Bogotá D.C, ciudad de residencia de los desarrolladores del proyecto, la ubicación del sitio experimental es la AV Calle 80 73 A 21 – apartamento 367, interior 6 conjunto residencial recintos de san francisco, (ver figura 9).

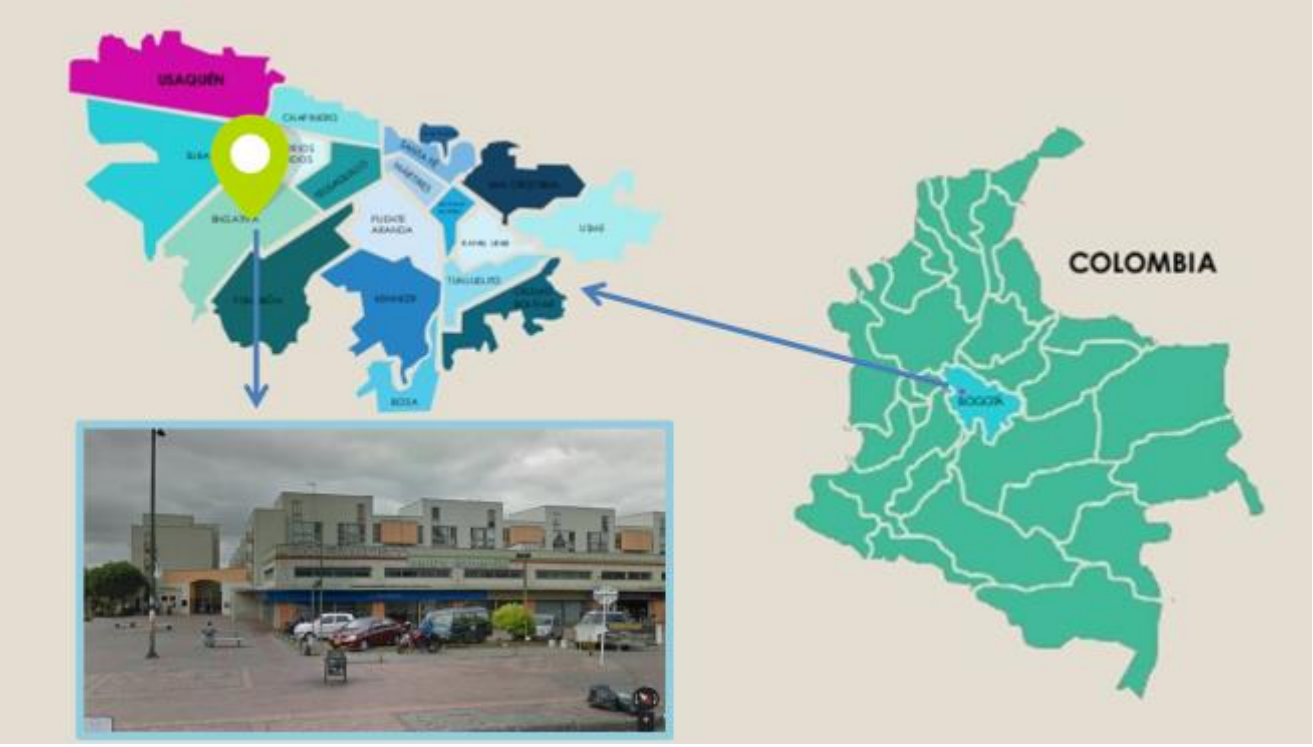


Figura 9. Localización Geográfica, Fuente Google Earth

11. DELIMITACIÓN CRONOLOGÍA.

Este proyecto está programado para desarrollarlo en 6 meses empezando este año con los montajes y las pruebas iniciales de la siguiente manera:

- Se Analizaran nuevos productos y materiales en instalaciones hidrosanitarias, además de las nuevas tecnologías, que permitan implementar un mejor desarrollo del diseño y elaboración del prototipo.
- Una Vez elegidos los materiales se procederá al ensamble del prototipo después y después de realizar pruebas se procederá a la instalación en el baño que servirá de escenario experimental.
- El proceso base que se investigara es el descrito a continuación:
    - Captación de las aguas grises.
    - Tratamiento de Aguas Grises.
    - Transporte de aguas grises.
    - Transición de un sistema de suministro a otro.
    - Llenado de tanque final
    - Descarga final.
    - Transición al sistema convencional.

12. DELIMITACION CONCEPTUAL.

El Proyecto Comprendió los siguientes aspectos:

- Introducción
- Antecedentes
- Diseño Prototipo.
- Instalación Prototipo.
- Puesta en funcionamiento Prototipo.
- Seguimiento y toma de datos Prototipo.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones
- Recomendaciones

13. METODOLOGIA PROPUESTA.

- Rediseñar Un prototipo, teniendo en cuenta la normatividad colombiana.
- Recolección de Datos:
- Exploración en el mercado, de los nuevos productos y tecnologías que puedan mejorar el rendimiento del prototipo.
- Con base en prototipos existentes, evaluar las falencias y la adaptabilidad al medio Colombiano, según nuestra arquitectura, para evaluar de lo existente en el mercado cual es la mejor opción.
- Cotizar los materiales, que representen una mejora para el proyecto y evaluar si su costo es viable para su adquisición.
- Una vez analizado el prototipo y evaluados todos los factores, y realizar la selección de los mejores materiales utilizar, teniendo en cuenta su ficha técnica, su rendimiento y su eficiencia.
- Compra Materiales e Insumos, según el Análisis realizado a los mismos.
- Realizar el Montaje del Prototipo en el Sitio elegido para realizar el proceso experimental.
- Realizar una semana de prueba, para certificar que todo este funcionado perfectamente.
- Poner en funcionamiento el prototipo y realizar las lecturas diarias paralelamente con esta actividad, realizar un arqueo de los consumos anteriores para tener el promedio base para el estudio.
- Llevar un registro fotográfico y de toma de datos constante, además de las lecturas de los Micro Medidores de Agua y Luz.
- Mantenimiento del Prototipo, verificación de calibración y pruebas de su óptimo funcionamiento.
- Una vez finalizada la etapa experimental, reunir todos los datos y tabularlos.

- Con los Resultados obtenidos realizar los respectivos análisis de consumo antes y después.
- Realizar las Respectivas conclusiones y recomendaciones, de los resultados del análisis.

14. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.

A continuación se mencionaran los recursos necesarios para ejecutar el prototipo:

- **Aspectos Humanos:**

  Ing. Lisandro Núñez, Director Proyecto.

  Ing. Johanna Carolina Ruiz Acero, Docente Opción de Grado.

  Ing. Fabián Rodríguez, Ingeniero de Apoyo Externo.

  Ing. Oscar Fajardo, Ingeniero Electrónico de Apoyo

  Ing. Andrés Dunan, Ingeniero Electrónico de Apoyo

  Ing. Ricardo Suarez, Ingeniero Electrónico de Apoyo

  Ing. Leonardo Hernández, Ingeniero Civil de Apoyo

  Andrés Laverde Díaz, Estudiante Ingeniería Civil UMNG.

  Jeffer Iván Martínez Urrutia, Estudiante Ingeniería Civil UMNG.

- **Institucionales**.

  Universidad Militar Nueva Granada

- **Técnicos**.

  AutoCAD y Office en licencia de estudiante para el diseño y consigna de datos.

- **Económicos**.

El proyecto se piensa hacer con recursos propios, por tal motivo solo se tendrá 1 montaje para prueba, pues por costos se tendrá solo respaldo para mantenimiento o reparaciones del mismo.

15. RESULTADOS ESPERADOS.

A continuación se mencionaran los resultados que se buscaron con el desarrollo de este proyecto de grado.

- Diseños Prototipo.
- Banco de mediciones y pruebas realizadas durante su operación.
- Resultados finales, Conclusiones y Recomendaciones.

16. PRESUPUESTO.

A continuación se presenta el presupuesto base con el que se trabajara para el montaje del prototipo, ver tabla 2.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	VLR. UNITARIO	VLR. TOTAL
1	REGISTRO de 1/2 "	UND	3	$4,500	$13,500
2	ACCESORIOS PVC	GLB	1	$30,000	$30,000
3	SOLDADURA PVC	UND	1	$2,500	$2,500
4	TEFLÓN	UND	2	$1,000	$2,000
5	TUBO PVCP RDE 11	ML	1	$2,000	$2,000
6	ACOFLE SANITARIO	UND	1	$6,000	$6,000
7	CAJA HERMETICA	UND	2	$7,000	$14,000
8	VÁLVULA DE SOLENOIDE	UND	1	$15,000	$15,000
9	BOMBA AC127V 60 HZ 40 W 20 L/MIN F PCX-30N	UND	1	$24,000	$24,000
10	CABLE AWG N12 DOS LÍNEAS	ML	5	$900	$4,500
11	CHEQUE DE CORTINA	UND	1	$4,500	$4,500
12	CHIP ARDUINO		1	$55,000	$55,000
13	CARGADOR CELULAR	UND	1	$5,000	$5,000
14	MONTAJE ELECTRÓNICO	UND	1	$30,000	$30,000
15	RELEVADORES ELECTRÓNICOS	UND	2	$5,000	$10,000
16	BOYA TANQUE SANITARIO	UND	1	$8,000	$8,000
17	BOYA TANQUE ALMACENAMIENTO	UND	1	$12,000	$12,000
18	CORAZA CABLEADO	ML	5	$400	$2,000
19	CLAVIJA	UND	1	$600	$600
20	CANALETA 1"	ML	5	$900	$4,500
21	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	UND	1	$110,000	$110,000
22	ESTRUCTURA METÁLICA	UND	1	$40,000	$40,000
23	SIFONES	UND	4	$1,500	$6,000
24	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	$3,000	$3,000
25	PASTILLAS DESINFECTANTES	UND	2	$3,000	$6,000
26	TAPÓN EN CONO DE CAUCHO	UND	1	$1,000	$1,000
27	MANGUERA LAVADORA CORRUGADA	UND	1	$3,500	$3,500

28	MANGUERA LAVADORA ENCAUCHETADA	UND	1	$4,000	$4,000
29	MANGUERA ACOPLE VÁLVULA 2 VÍAS	UND	1	$2,500	$2,500
30	CARBÓN ACTIVO	KILO	1	$3,000	$3,000
31	GRAVILLA DE (1/4” A 1/8”)	KILO	1	$1,000	$1,000
32	GRAVILLA DE (1/2” A 3/4")	KILO	1	$1,500	$1,500
33	MALLA FILTRO 50CMS X 100 CMS	ML	1	$4,500	$4,500
34	GUATA REVESTIMIENTO FILTRO 55 CM X35 CM	UND	1	$2,500	$2,500
35	PERLÓN 55 CM X35 CM	UND	1	$3,500	$3,500
36	INSTALACION SISTEMA HIDRAULICO (OFICIAL Plomeria)	UND	1	$25,000	$25,000
VALOR TOTAL					$462,100

Tabla 2. Presupuesto Compra e Instalación Prototipo, Fuente: Propia

17. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

A continuación se relaciona el cronograma de actividades que se planteó para la ejecución de este proyecto de grado, ver tabla 3 y figura 2.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA ELECTROHIDRÁULICO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DE LA DUCHA EN EL SANITARIO	Start Date	End Date	Duration (Days)
ACTIVIDADES			
(Fase 1) Preliminares y Diseño	01/01/16	09/01/16	**244**
Recolección Información Sobre el Tema	1-Jan-16	21-Jan-16	20
Análisis Prototipos existentes	21-Jan-16	10-Feb-16	20
Búsqueda y Selección materiales a utilizar, según la necesidad	10-Feb-16	20-Feb-16	10
Entrega Temática Para Aprobación Comité	10-Feb-16	11-Feb-16	1
Elaboración Diseño, Sistema en AutoCAD, con base en novedades	20-Feb-16	6-Mar-16	15
Compra y Elaboración Materiales para montaje	6-Mar-16	3-Aug-16	150
Entrega Propuesta PROYECTO DE GRADO	1-Jun-16	3-Jun-16	2
Pruebas Iniciales Sistema de Recirculación	16-Aug-16	21-Aug-16	5
Pruebas Finales Sistema Instalado	21-Aug-16	31-Aug-16	10
Pruebas Manométricas de Presión, y llenado.	31-Aug-16	1-Sep-16	1
(Fase 2) Ejecución y Recolección de Datos	31-Aug-16	17-Nov-16	**78**
ENTREGA PRIMER AVANCE DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	27-Aug-16	27-Aug-16	1
Puesta en marcha del Prototipo en sitio por 1 mes	31-Aug-16	1-Sep-16	1
Seguimiento diario y monitoreo Prototipo por 1 mes	1-Sep-16	1-Oct-16	30
Consigna en Bitácora de Cambios y Minuta Diaria	1-Sep-16	1-Oct-16	30
Mantenimiento cada 15 días del prototipo	1-Sep-16	1-Oct-16	30
(Fase 3) Entrega Resultados, Análisis de Resultadas	1-Oct-16	17-Nov-16	**47**
Recolección Datos Finales, Bitácora y Registro Fotográfico	1-Oct-16	3-Oct-16	2
Análisis de Resultados	3-Oct-16	18-Oct-16	15
Elaboración Final Propuesta de Grado	18-Oct-16	17-Nov-16	30
ENTREGA SEGUNDO AVANCE DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	22-Oct-16	22-Oct-16	1
(Fase 4) Entrega Final	1-Nov-16	3-Dec-16	**33**
Entrega Propuesta de Grado Parcial	1-Nov-16	9-Nov-16	8
Correcciones Propuesta de Grado	9-Nov-16	24-Nov-16	15
Entrega Final Propuesta de Grado Final	24-Nov-16	1-Dic-16	1
Sustentación Ante Jurados	3-Dec-16	3-Dec-16	1

Tabla 3 . Cronograma de Actividades, Fuente Propia.

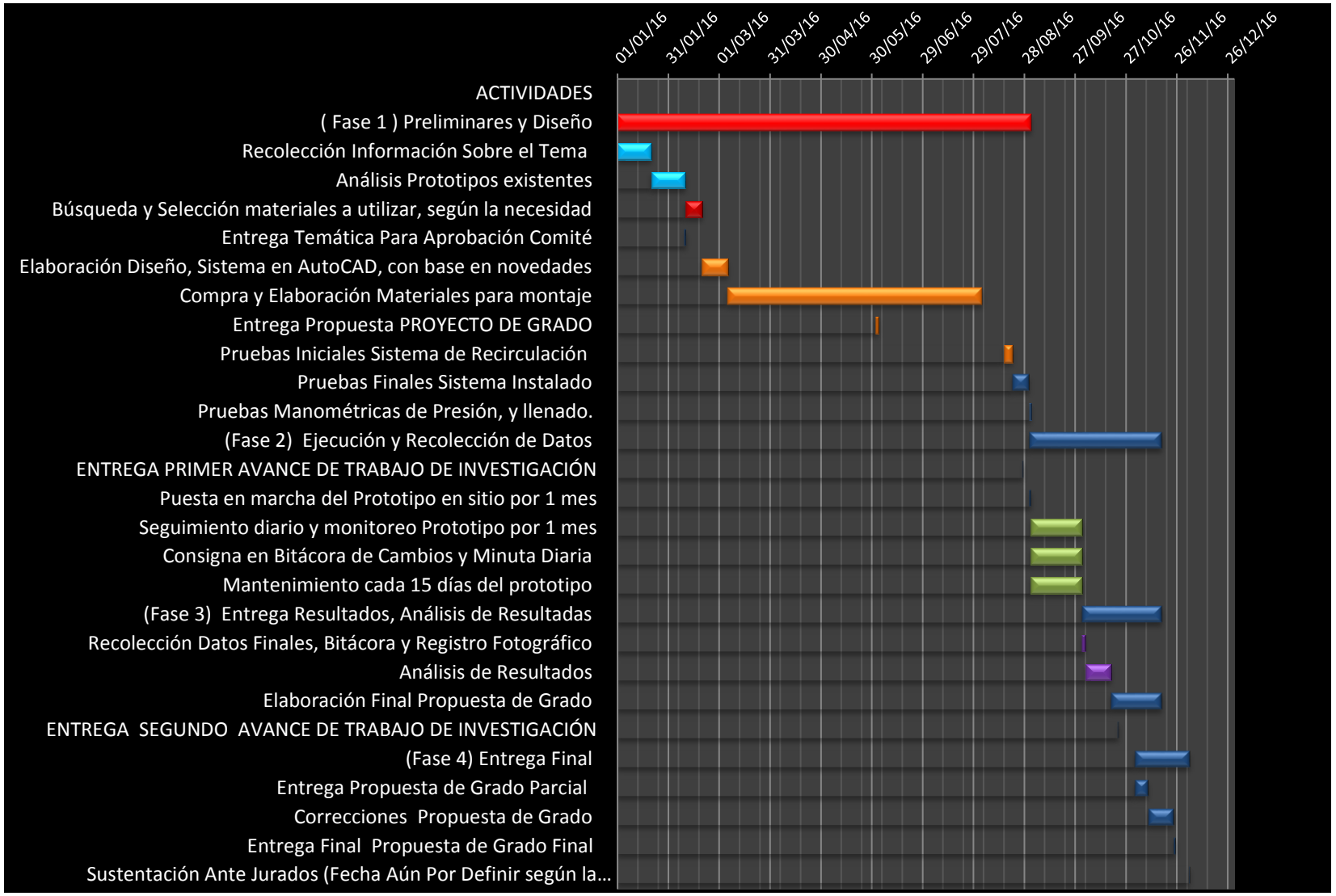


Figura 10 - Cronograma Grafico de Actividades- Fuente Propia.

18. GENERALIDAD DEL DISEÑO.

Para el diseño inicial prototipo se plantearon diferentes materiales y principios hidráulicos: a continuación se mencionara la trazabilidad y los pilares para dar inicio a diseñar:

El sistema captara agua gris a partir del proceso de colección por llenado de una poceta tipo tarima en la que el usuario deberá posarse al momento de recibir el baño de agua, esta poceta deberá garantizar que la persona no caiga y tenga estabilidad tal como si estuviera en sin el dispositivo.

El agua captada deberá ser recirculada hacia el sistema suministro de agua del sanitario y entrar al tanque de almacenamiento, para esto será necesaria una bomba impulse el agua y una vez lleno se detenga.

Si en la poceta de captación no se evidencia agua para abastecer el sistema de sanitario, deberá habilitar el suministro de agua potable de la calle, esta no deberá pasar hacia la poceta, y de igual forma el agua de la poceta no deberá pasar al sistema de abastecimiento de la casa, para evitar cruce de aguas.

Para centralizar los procesos y canalizar las múltiples variables del sistema, se utilizó un diagrama de flujo, para que cada variable de forma lógica organice un proceso cíclico, ver figura 11.

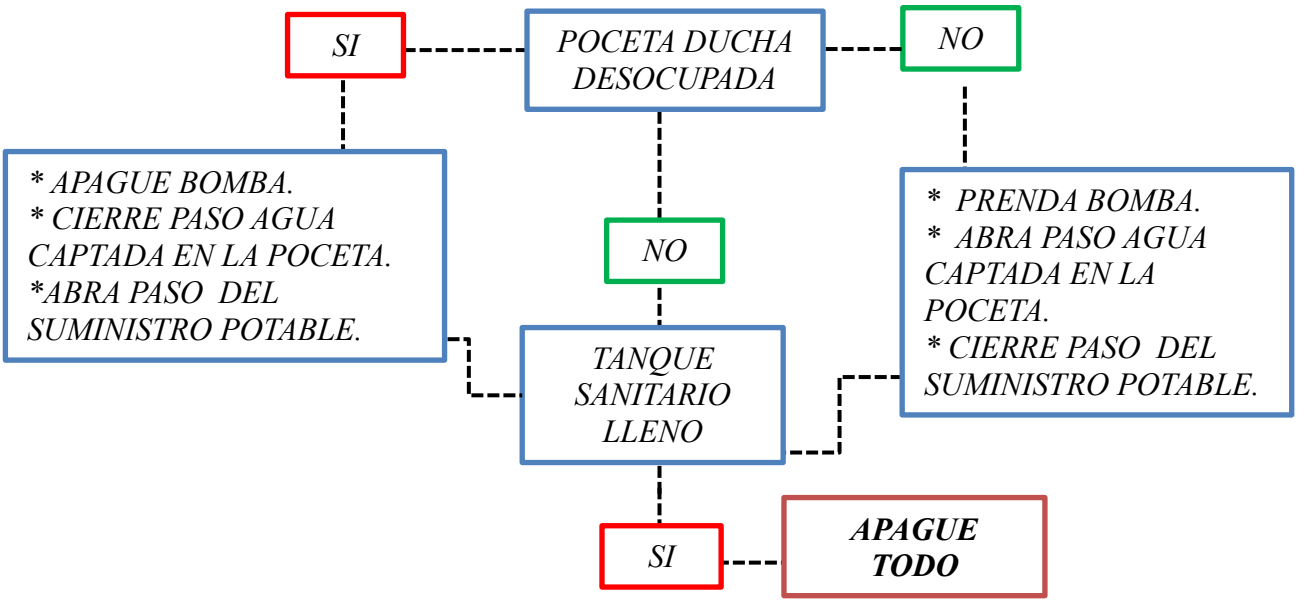


Figura 11. Diagrama de Flujo, fuente propia.

Con base en el diagrama de flujo se plantea el funcionamiento del equipo a partir de 4 sistemas: captación, lectura y activación, Impulsión y repartición.

19. PROTOTIPO.

Este componente reunió elementos con los se logró crear un sistema automatizado, capta aguas grises sobrantes de una ducha, les da un último transportándolas al sanitario para y darles su disposición uso final antes de desecharlas, cuando no detectaba agua almacenada de la ducha, encendía el sistema convencional a continuación se ve un esquema en 3 dimensiones para visualizar mejor la distribución y el funcionamiento. (Ver figuras 12,13 y 14) y una imagen del sistema instalado (ver figura 6), por el número de partes, se divide en 4 grandes sistemas que conforman el componente.

- **Sistema de Captación. (1)**

  Encargado de recolectar el agua durante el proceso el proceso de bañado del usuario

- **Sistema de Limpieza y Purificación (2)**

  Sistema encargado de tratar las aguas recolectadas y mejorar la calidad del agua entregada al sanitario.

- **Sistema de Lectura. (3)**

  Es el sistema electrónico compuesto por tarjeta, y lectores, que permite automáticamente permite, disponer del agua en el sanitario o habilitar el sistema convencional para llenado del mismo.

- **Sistema de Impulsión. (4)**

  Este sistema permite bombear el agua hacia el sanitario, desde la poceta de captación, en el caso del sistema de aguas grises. Hacia la válvula solenoide de repartición

- **Sistema de Reparto (5)**

  Es el sistema compuesto por accesorios PVC o Polipropileno que distribuyen el hacía desde el punto hidráulico al sanitario, y del sistema de aguas grises.

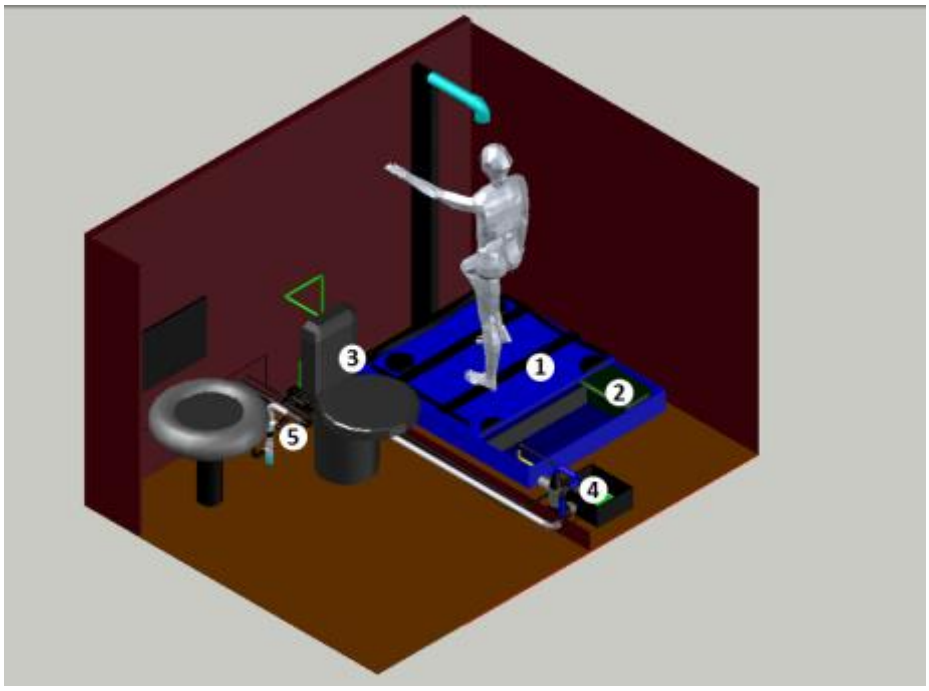


Figura 12 Vista Isométrica 3D Prototipo Modelado, Sistema de Captación (1), Sistema de Lectura (2), Sistema de Impulsión (3), Sistema de Reparto (4). , fuente propia.

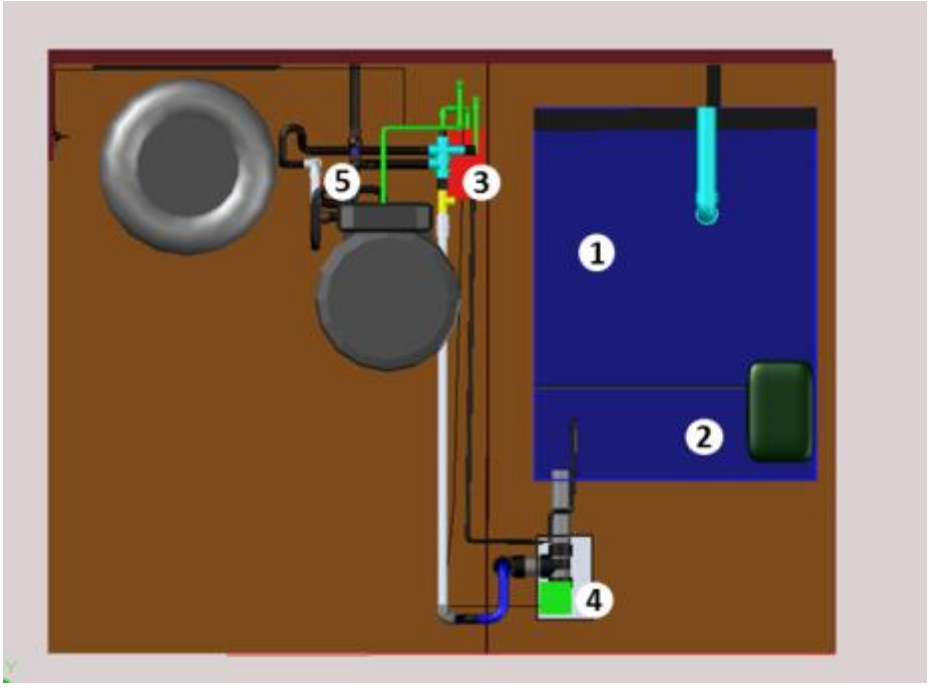


Figura 13 Vista Planta 3D Prototipo Modelado, Sistema de Captación (1), Sistema de Lectura (2), Sistema de Impulsión (3), Sistema de Reparto (4), fuente propia.

Figura 14. Fotografía, sistema instalado, fuente propia.

20. FUNCIONAMIENTO PROTOTIPO.

Como se mencionó anteriormente, el prototipo consta de 5 componentes para que trabaje en modo ahorro o sistema convencional, a continuación se explicara el funcionamiento.

20.1 Uso sistema ahorro, agua captada de la ducha.

La persona debe subir al sistema de captación, y ducharse de manera normal, a medida que la persona se está bañando el sistema empieza a recibir la mayor parte que cae, esta agua es conducida por la rebose hacia los 4 sifones y gracias a un dique de macilla epoxica, evita que salga el agua de la superficie de la poceta y se dirija hacia los 4 sifones ver figura 15, 16 Y 17.

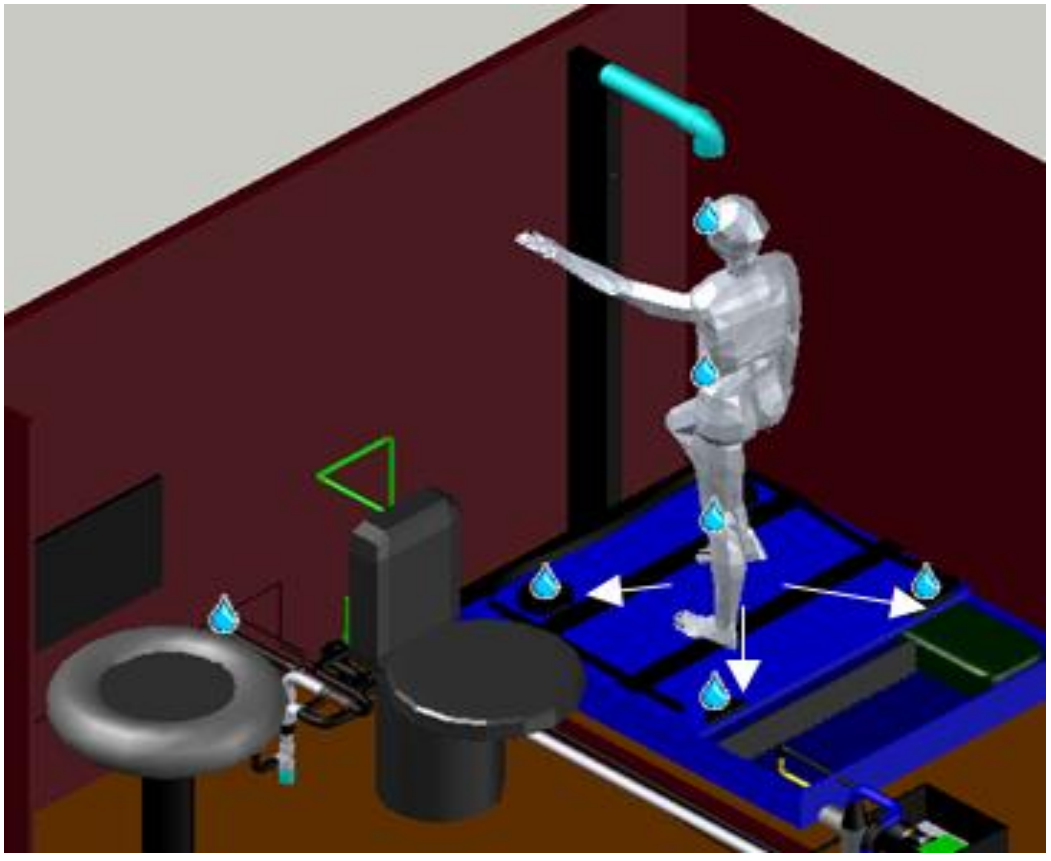


Figura 15. Proceso de captación agua de la ducha, fuente propia.

Figura 16. Persona ingresando al prototipo en la ducha, fuente propia.

Figura 17.Proceso de captación real agua de la ducha, fuente propia.

Una vez captada el agua, semanalmente se le deben aplicar 12,5 gramos, de potasio de aluminio o (piedra de alumbre), la cual empezara el proceso de floculación y tratamiento del agua ver figura 18.

Figura 18. Agua Captada y aplicación potasio de alumbre.

Seis horas después de aplicado el alumbre se consigue la floculación necesaria para que el agua salga incolora, los sólidos, grasas, jabón y fluidos corporales se empiezan a separar del agua y asentarse en el fondo de la poceta ver figura 19, en el transcurso de esas 6 horas, el agua descargada en el sanitaria, saldrá con el tratamiento realizado por el filtro de gravas y carbón activo, el cual retendrá sólidos y entregara un agua medianamente tratada ver figura 20

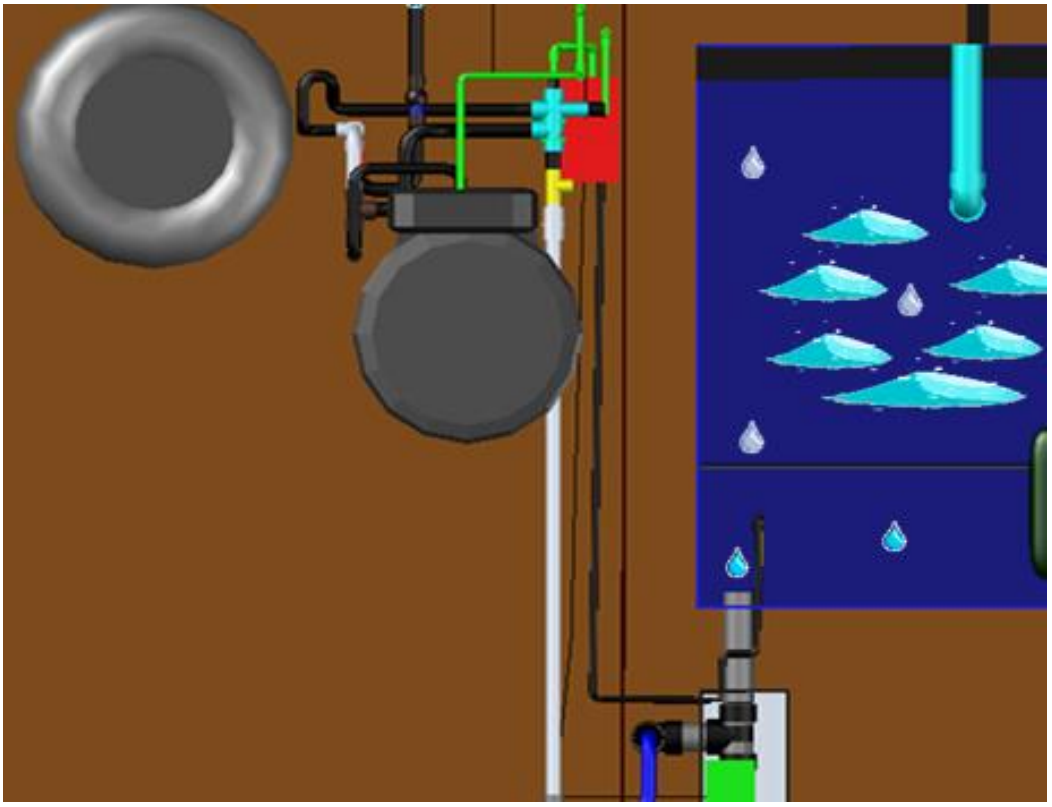


Figura 19. Proceso de floculación y tratamiento de agua, fuente propia.

Figura 20. Floculación aguas grises, fuente propia.

Con el agua captada y tratada, en el momento que se necesite se realizara la descarga del sanitario, el abastecimiento dependerá de 3 diferentes variable, ver figura 21.

20.2 Abastecimiento de la poceta con aguas grises tratadas.

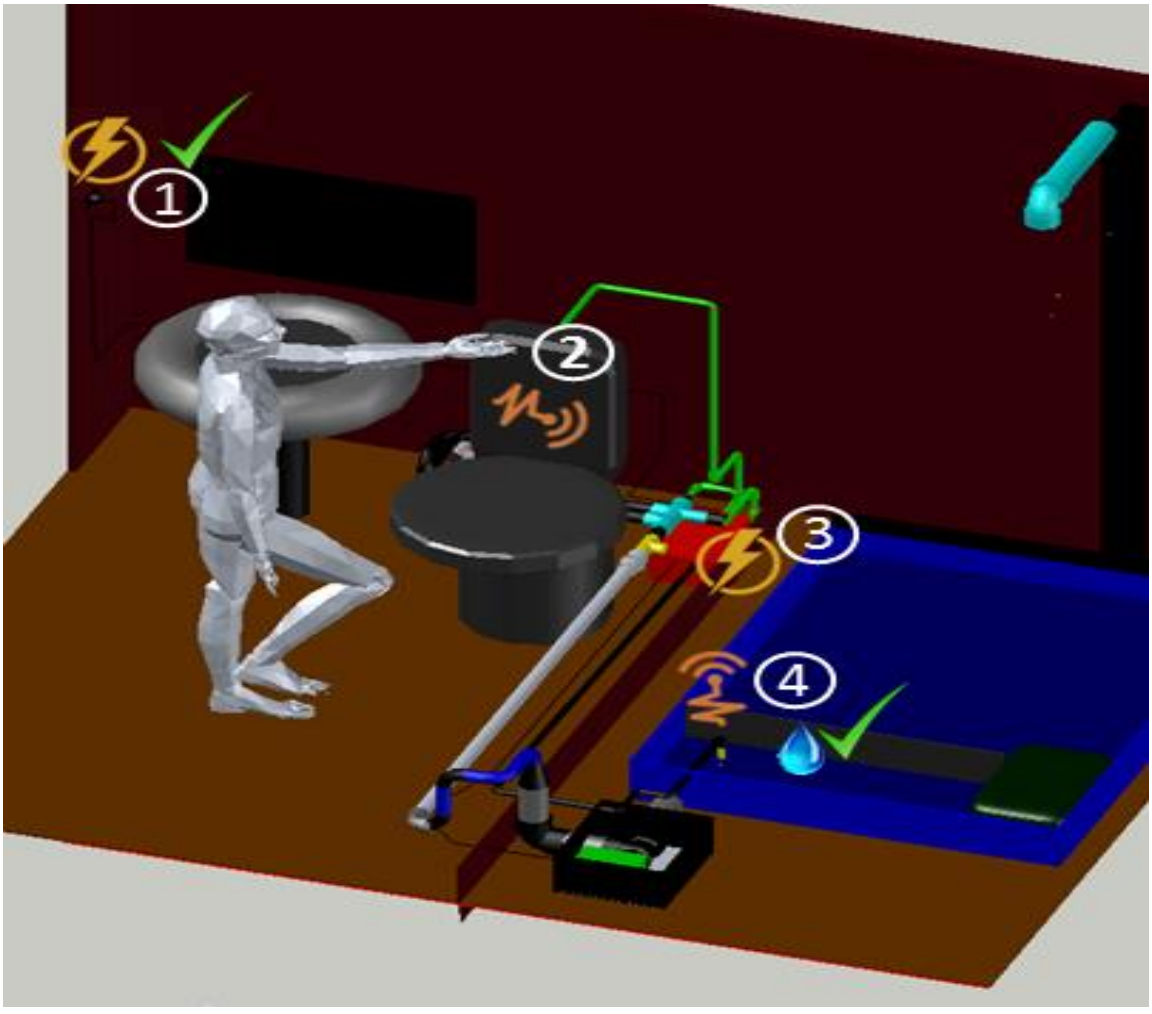


Figura 21. Acción logia sistema para abastecimiento con aguas grises tratadas, fuente propia.

El sistema eléctrico deberá estar conectado a un punto de energía de 110(V), siempre que se descargue el sanitario y se encuentre con abastecimiento de energía ítem (1) referenciado en la figura 21, el sensor conectado en el tanque del sanitario ítem (1) referenciado en figura 21, descenderá con el cambio de presión de agua, y se activara figura 22, enviando una señal a la

tarjeta ítem (3) referenciado en la figura 21, esta a su vez recibirá una señal del flotador de la poceta de captación figura 15, el cual se referencia como ítem (4) en la figura 21, si la poceta se cuenta con un nivel de agua suficiente, que eleve el flotador de la boya figura 22 y 23 esta enviara una señal nuevamente a la tarjeta que liberara el paso de agua gris.

Figura 22. Flotado tanque sanitario, fuente propia, fuente propia.

Figura 23. Flotador poceta de captación, fuente propia.

El Arduino realizará la apertura de la bomba de succión ver figura 24, la cual se referencia como ítem (1) en la figura 24 y a su vez la apertura del canal de la válvula solenoide ver figura 25 y 26, de aguas grises y mantendrá cerrada la del agua potable del acueducto ver ítem (2) referenciado en la figura 24.

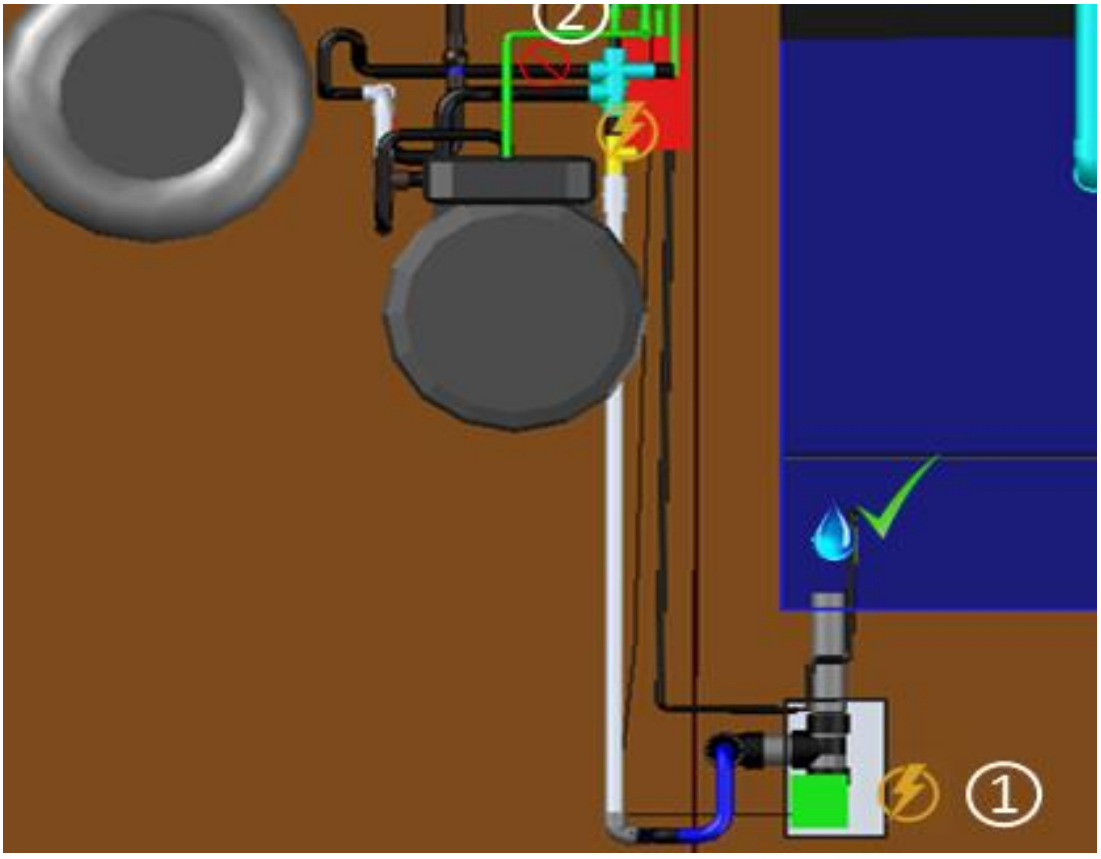


Figura 24. Apertura de paso bomba y canal solenoide aguas gises tratadas, fuente propia.

Figura 25. Bomba de succión, fuente propia.

Figura 26.Valvula Solenoide de 2 vía, fuente propia.

El sistema realiza el llenado, a través d de la impulsión de la bomba hacia la válvula solenoide que la dirige hacia la tubería PVC y llega al tanque del sanitario, una vez llena el flotador electrónico vuelve e a su sitio y el protipo apaga todo el circuito a la espera de otra descarga, ver figura 27.

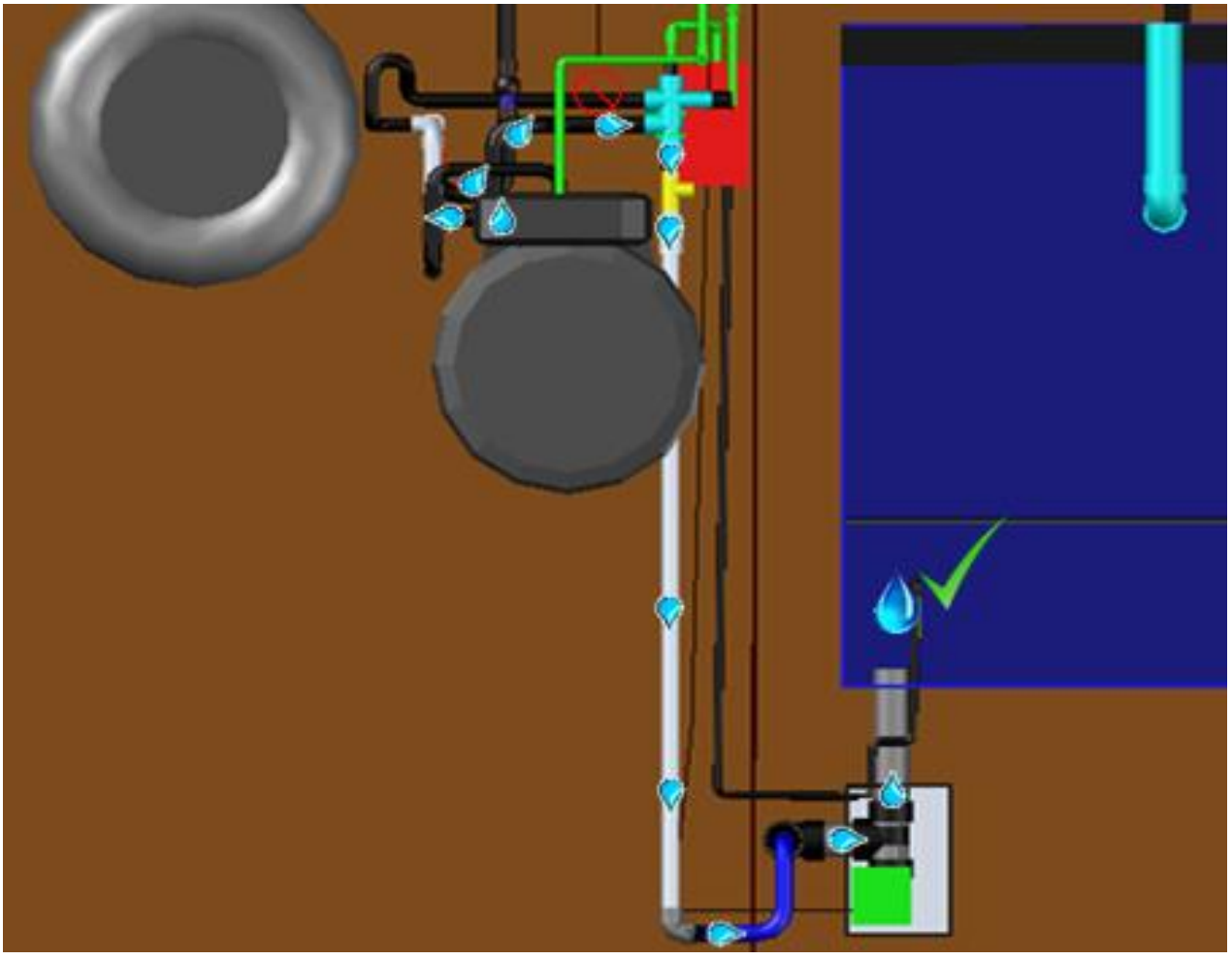


Figura 27. Ruta llenado agua gris, fuente propia.

20.3 Abastecimiento de la poceta con agua potable del suministro del acueducto.

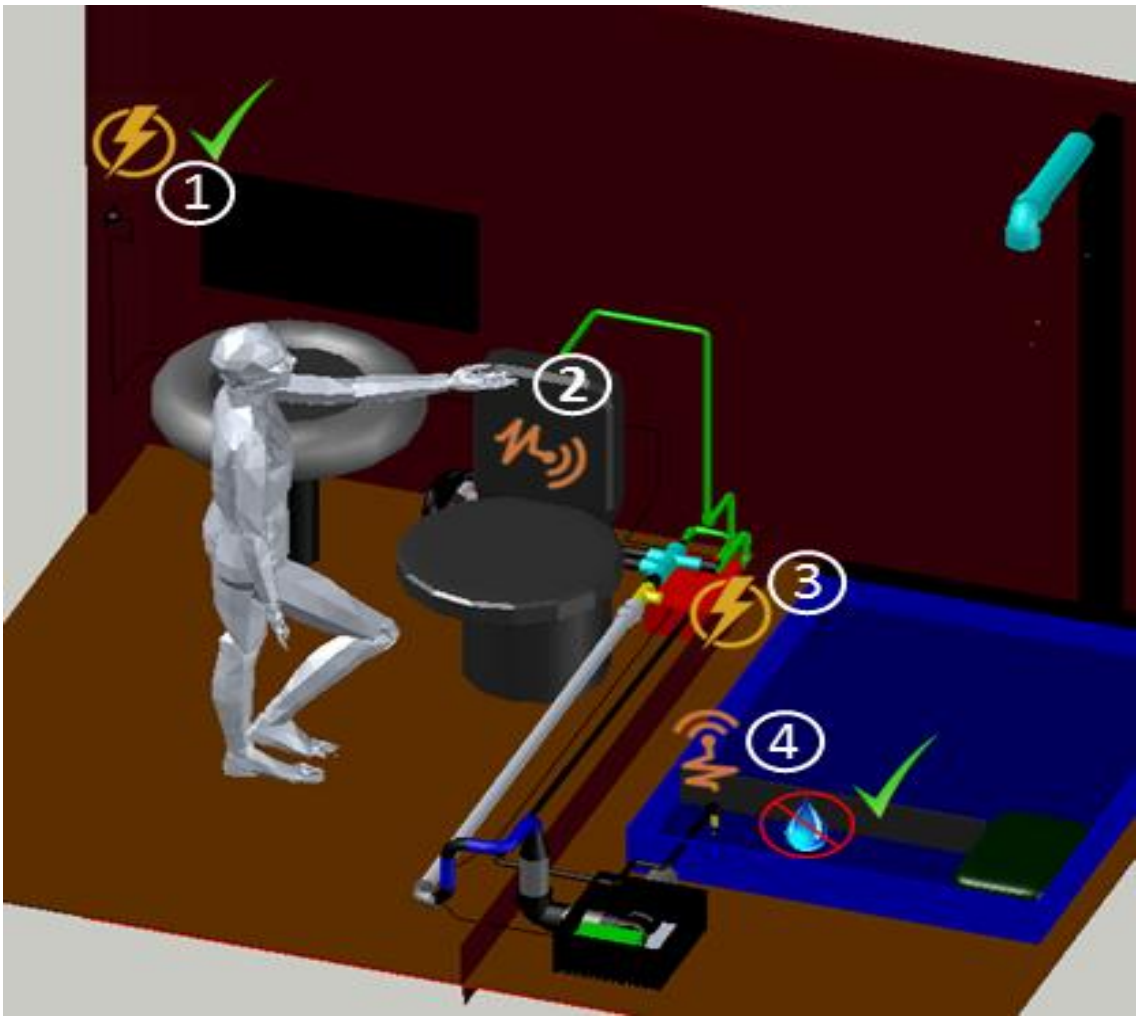


Figura 28. Acción logia sistema para abastecimiento con aguas grises tratadas, fuente propia.

El sistema eléctrico deberá estar conectado a un punto de energía de 110(V), siempre que se descargue el sanitario y se encuentre con abastecimiento de energía ítem (1) referenciado en figura 28, el sensor conectado en el tanque del sanitario ítem (1) referenciado en figura 28, descenderá con el cambio de presión de agua y se activara, ver figura 26, enviando una señal a la tarjeta ítem (3) referenciado en figura 28, esta a su vez recibirá una señal del flotador de la poceta de captación figura 20, el cual se referencia como ítem (4) en la figura 28, si la poceta **No Cuenta** con un nivel

de agua suficiente, que eleve el flotador de la boya ver figura 15, esta enviara una señal nuevamente a la tarjeta que liberara el paso de agua potable del suministro del acueducto.

El Arduino realizará la apertura del canal de la válvula solenoide de aguas potable del acueducto y mantendrá cerrada la del agua gris y la bomba ver referenciado en la figura 29.

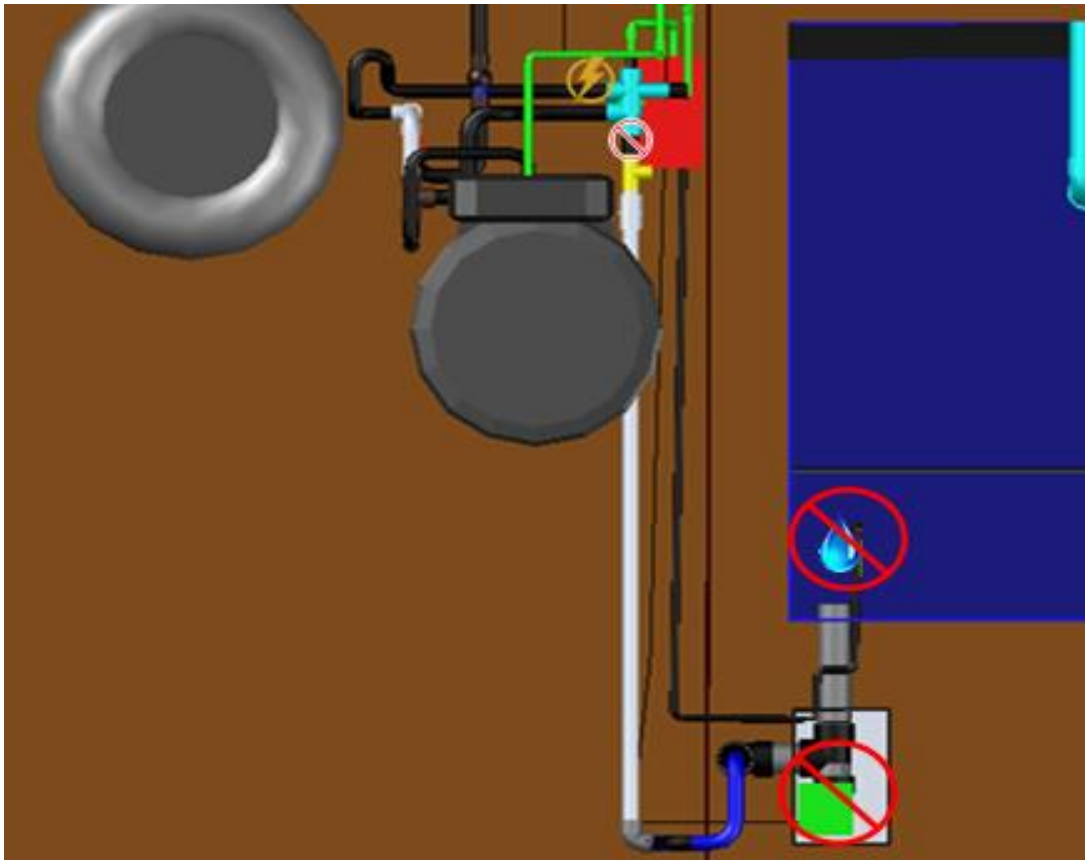


Figura 29. Sistema cerrando válvulas y bomba de aguas grises y permitiendo el paso de agua potable, fuente propia

El sistema realiza el llenado como se en la figura 30, pasando por al solenoide ver figuras 31 y 32 llenando el tanque del sanitario, una vez lleno, el flotador se apaga y el circuito queda a la espera de la siguiente descarga.

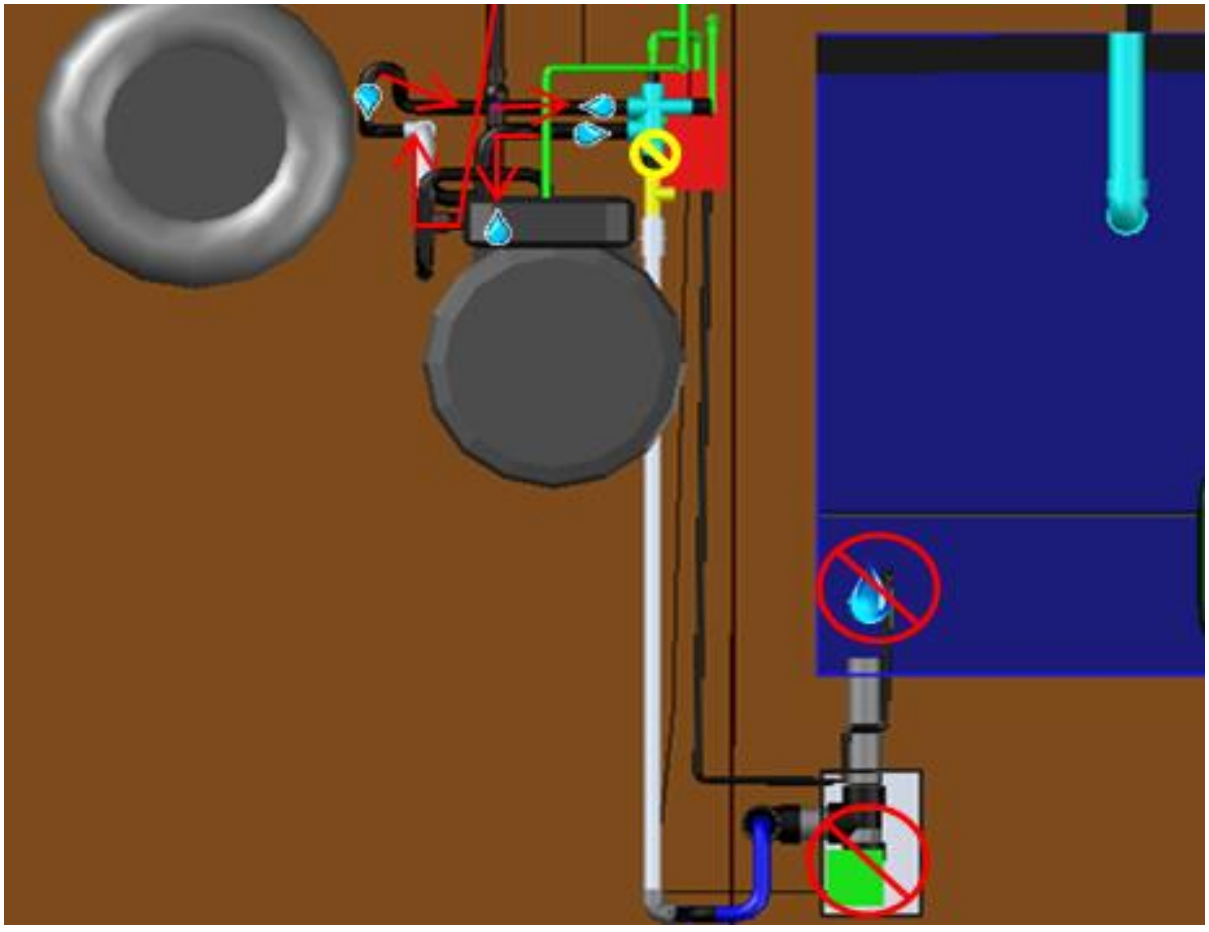


Figura 30. Ruta llenado agua suministro Acueducto, fuente propia.

Figura 31. Solenoide por donde ingresa el agua potable, fuente propia.

Figura 32. Trazado por donde abastece la solenoide, fuente propia.

20.4 Uso del sanitario, si no hay energía o el sistema falla.

Si al momento de la descarga el suministro de energía colapsó, o el sistema presento una falla Ver figura 33, existe una válvula (ver figura 34), que habilita el sistema de inmediato ver figura 35 y lo deja funcionando con paso directo del acueducto como si no tuviera nada del prototipo conectado.

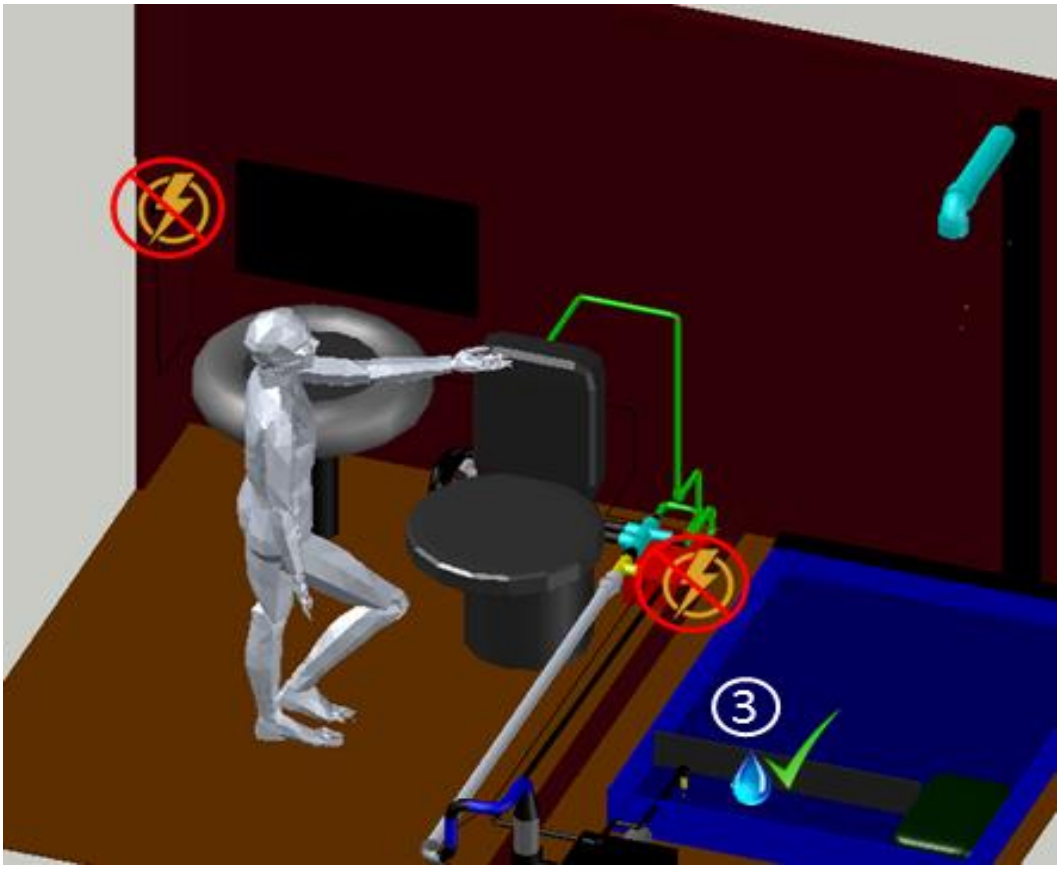


Figura 33. Acción logia sistema para en caso de falta de energía o fallo del sistema, fuente propia.

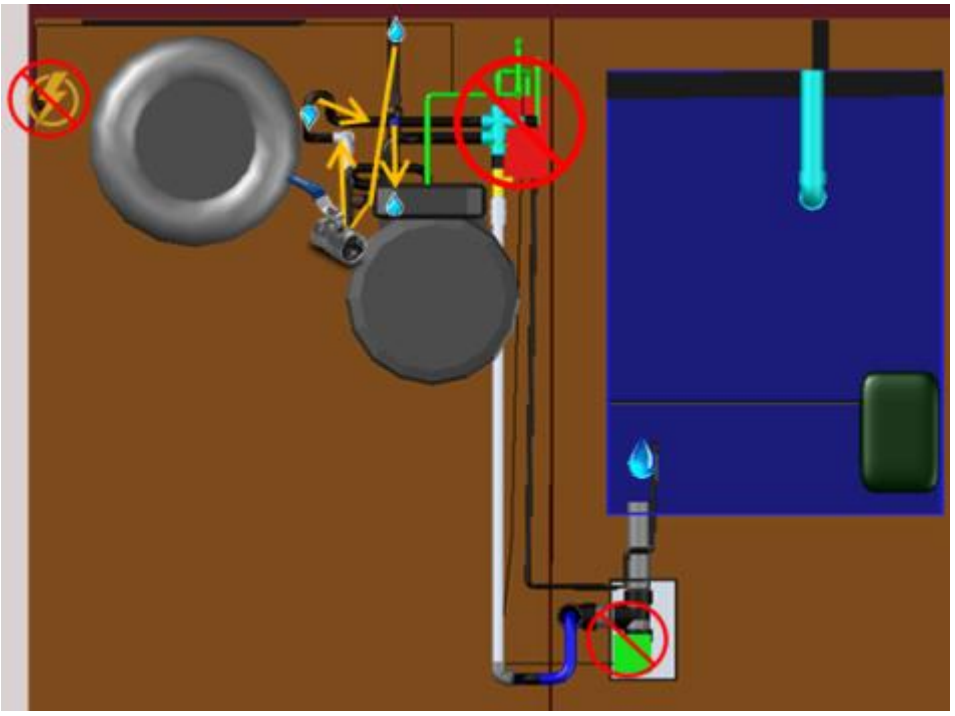


Figura 34. Ruta llenado manual en caso de falta de energía o fallo del sistema, fuente propia.

Figura 35. Ruta llenado manual en caso de falta de energía o fallo del sistema, fuente propia.

21. DESCRIPCIÓN DETALLADA COMPONENTES.

A continuación se explicara cada uno de los componentes usados en el sistema electro hidráulico para reutilización de aguas grises de la ducha en el sanitario.

21.1 Sistema de captación.

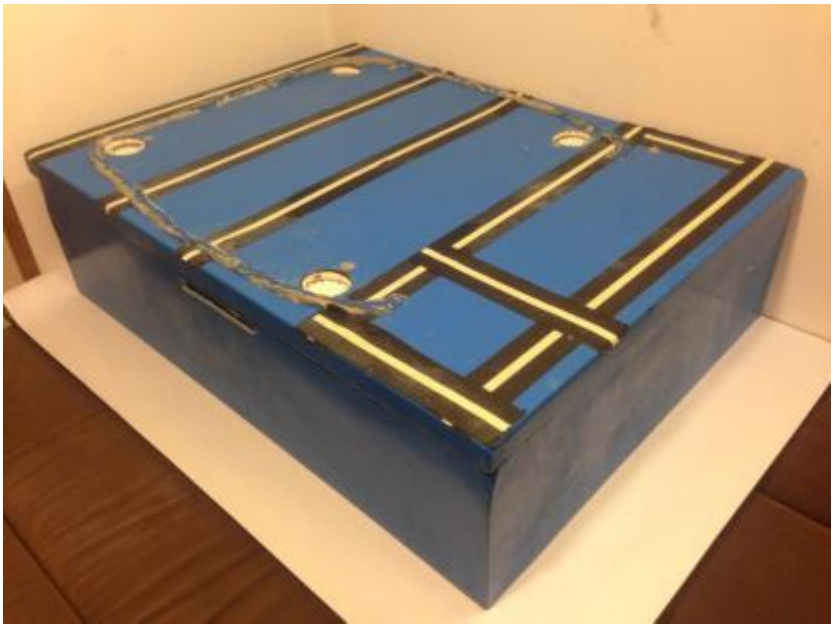


Figura 36. Poceta de Captación aguas Grises, Fuente Propia.

Su función es captar y almacenar el agua proveniente de la ducha, permitiendo su bombeo al inodoro al realizar una descarga de agua (ver formula 36).

21.1.1 Volumen Mínimo Requerido.

Se empezó a calcular con las medidas del sanitario para que dieran un parámetro real de diseño, se realizó la medición y hallamos el volumen del trapecio, se utiliza la fórmula de trapecio para calcular el volumen del tanque, Ver figura 37 y Formula 1.

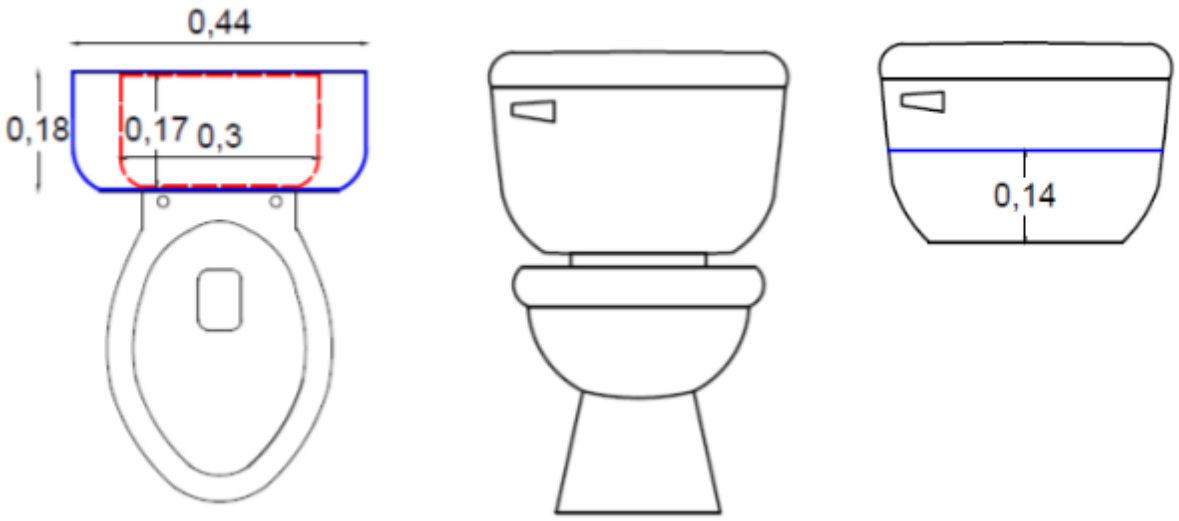


Figura 37. Medición Tanque Sanitario y Nivel Laminar Tanque Lleno, Fuente Propia.

H: Altura Lámina de Agua: 0.14 m

A1: Área Superior Tanque Sanitario: 0.0775 m2

A2: Área Inferior Tanque Sanitario: 0.0496 m2

$$\boldsymbol{Volumen\ Tanque = \frac{h}{3} * (A1 + A2 + \sqrt{A1} * A2)}$$

$$Volumen\ Tanque = \frac{0{,}14}{3} * (0.0775 + 0.0496 + \sqrt{0.0775} * 0.0496)$$

$$Volumen\ Tanque = 0.008824667\ m3$$

$$Volumen\ Tanque = \frac{0.008824667\ m3}{} = \frac{1000\ litros.}{1\ m3} = 8.824\ Litros$$

$$Volumen\ Llenado\ Tanque\ Sanitario = 8.824\ Litros$$

Fórmula 1. Calculo Volumen Tanque Del Sanitario, Fuente Propia.

Con base en los datos recolectados, se logró inferir que el sanitario debería siempre tener una entrega neta de agua de ***8.824 Litros,*** para tener una óptima descarga.

21.1.2 Dimensionamiento Teórico De Sistema De Captación.

Se planteó el diseño de una poceta con base en la medida estándar consagrada en la NTC 1500. "Un lavamanos es equivalente a 0,60 m de un lavamanos corrido longitudinal"[9] Pag.31, esta medida de 0.6 metros será el ancho de la poceta.

El Largo se determinó de 0,80 metros para aprovechar la ducha, en una medida inferior a 1 metro para baños pequeños, y se utilizara la captación de una lámina de agua de 0,17 metros de altura, el volumen que se calcula (Ver fórmula 2).

A: Ancho 0,58 m

B: Largo 0,80 m

h: Alto 0,14m

$Volumen\ Poceta\ Captación\ = AxBxh$

$Volumen\ Poceta\ Captación\ = 0{,}58mx0{,}80mx0{,}14m$

$Volumen\ Poceta\ Captación\ m3. = 0.064\ m3$

Fórmula 2. Calculo Volumen Tanque Del Sanitario, fuente Propia.

Se calculó el volumen del filtro y el dique de contención para determinar las pérdidas de volumen (Ver formula 3 y 4).

A: Ancho 0,14 m

B: Largo 0,14 m

h: Alto 0,18m

$Calculó\ Volumen\ Filtro\ = AxBxh$

$Calculó\ Volumen\ Filtro\ = 0{,}14mx0{,}14mx0{,}18m$

[9] *NTC 1500 Código Colombiano De Fontanería Pag.31, 2004.*

$Volumen\ Filtro\ = 0.003136\ m3$

Fórmula 3, calculó el volumen filtro, fuente Propia.

A: Ancho 0,15 m

B: Largo 0,20m

h: Alto 0,17m

$Calculó\ Dique\ Contención = AxBxh$

$Calculó\ Dique\ Contención\ = 0{,}58mx0{,}05mx0{,}18m$

$\boldsymbol{Volumen\ Dique\ Contención\ = 0.0052\ m3}$

Fórmula 4. Calculó el volumen filtro, fuente Propia.

Se calculó la diferencia de volúmenes del filtro y el dique (ver formulas 3 y 4), y se restarlas de la capacidad de almacenamiento total (Ver formula 5), para hallar la perdida de volumen.

X1: Volumen Poceta Captación m3 =0.064 m3

X2: Volumen Filtro =0.003136 m3

X3: Volumen Dique Contención =0.0052 m3.

Volumen Real Poceta Con Perdidas Filtro = ((X1- (X2+X3)).

Volumen Real Poceta Con Perdidas Filtro = ((0.064 m3-(0.0031 m3 +0.0052 m3)).

Volumen Real Poceta Con Perdidas Filtro = (0.056 m3).

Fórmula 5 Cantidad Descargas, fuente Propia.

Se calculó el volumen de la poceta en Litros para calcular la cantidad de descargas (Ver Formula 6).

$$Volumen\ Poceta\ Captación\ = \frac{0.056\ m3}{} = \frac{1000\ litros.}{1000\ m3} = 56\ Litros$$

$$Volumen\ T\ Poceta\ Captación\ Lt. = 56\ Litros.$$

Fórmula 6. Conversión Volumen a Litros Poceta Almacenamiento, fuente Propia.

La capacidad de abastecimiento de la poceta, respecto al suministro que requiere el tanque del sanitario es el calculado a continuación (ver fórmula 7).

Cantidad de descargas: (X1 – X2)

Cantidad de descargas: (56 Litros. – 8.824 Litros)

Cantidad de descargas: 6.41

Fórmula 7. Calculo de Cantidad Descargas, fuente Propia.

21.1.3 Diseño poceta de captación.

Durante el estudio de materiales, se evaluó este punto con cuidado, pues el presupuesto disponible era necesario cuidarlo y las opciones que se planteaban para una poceta hermética que garantizara la óptima succión de la bomba eran reducidas, se contempló en plástico, pero la distribución de peso y una capacidad requerían que se utilizara una poceta bastante robusta, esto por tema de costos superaba casi triplicando lo presupuestado, así que se indago frente a la fibra de vidrio, y efectivamente el costo frente al plástico era representativa, la misma se diseñó con unas medidas estándar, para que sea de fácil manipulación en baños estándar de 60 x 80 x 20 Cms con

una capacidad total de llenado de 76,8 Litros, en la tapa se Instaló un refuerzo en hierro con unas tornillos auto nivelantes y (4) sifones de captación con su rejilla de sólidos, y cinta antideslizante para evitar caídas por las características del material, ver figura 38 y 39.

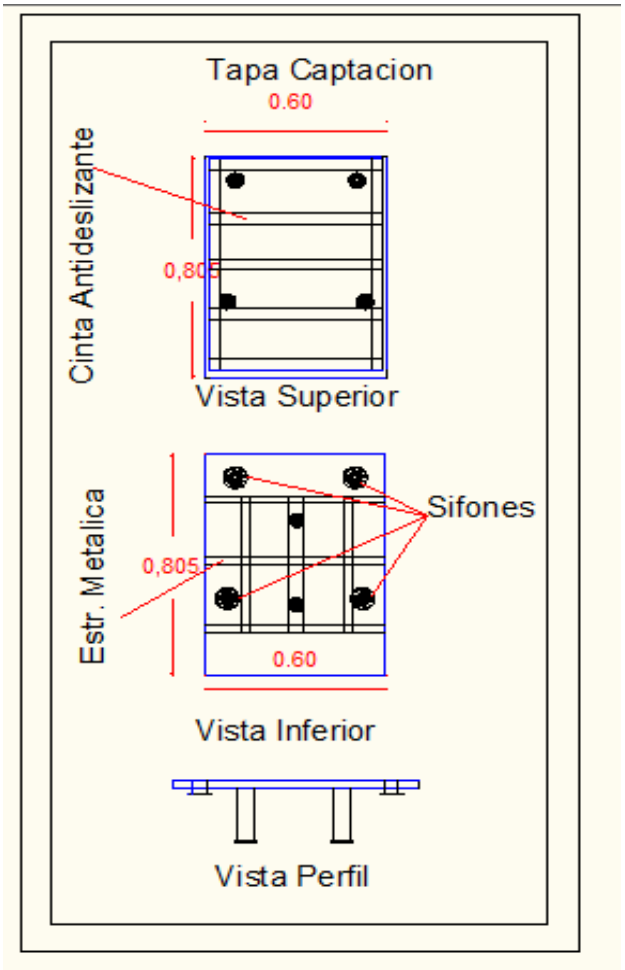


Figura 38. Tapa de Poceta de Captación aguas Grises Despiece, Fuente Propia.

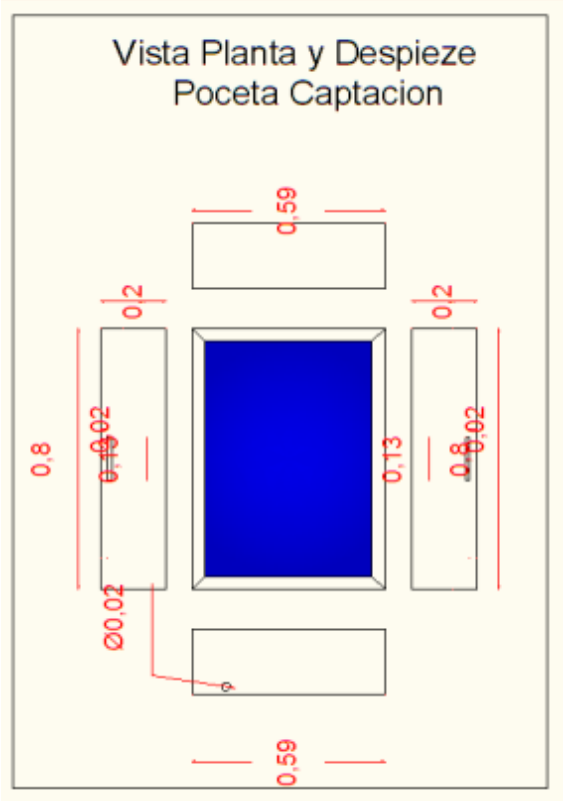


Figura 39. Poceta de Captación aguas Grises Despiece, Fuente: Propia.

21.2 Sistema De Limpieza Y Purificación.

Durante los primeros 2 días del (01/09/2016 al 02/09/2016) se dejó trabajar el sistema sin filtros y tratando únicamente el agua con pastillas que atacaran los microorganismos patógenos, usando una marca del mercado especialista llamada " Pato Tanque", estas pastillas brindaban una protección bacteriana, pero no daban un tratamiento a profundidad al agua, sólidos y grasas que se generaban, esto se concluyó realizando un análisis de PH al agua, con un medidor Electrónico de PH (Marca Thermo Scientific), en los laboratorios de la PTAR de la compañía Quala, donde laboraba Andrés Laverde, esto previa autorización de la compañía y supervisión del área encargada.

Las muestras arrojaron que el agua contenía un pH de 6.29, estando cerca del agua potable en 6,40 esto significa que el tratamiento estaba siendo mínimo

Con base en este resultado se decidió parar la fase experimental por unos días mientras se daba solución a este problema, realizando pruebas de tratamiento de aguas, y buscando un sistema que lograra reducir significativamente la calidad del agua para entregarla al tanque del sanitario, cumpliendo los siguientes parámetros:

- Tratamiento y Mejoría en el pH.
- Agua con mejoría en el color de entrega al sanitario.
- Liberación del agua de grasas y sólidos, antes de la entrega a la succión de la bomba.
- Reducción del olor a jabón y cloro y grasas en descomposición presente en el agua.

21.2.1 Tratamiento De Aguas Durante El Proceso Experimental.

Durante la medición experimental, se tuvo que parar por 6 días, debido a que ocurrió un inconveniente con la válvula Solenoide y que una muestra de agua captada en la poceta arrojo un PH elevado, esto afectaba directamente el suministro que se entregaría al sanitario desde la poceta.

Se evaluaron medidas para reducir el PH de esta agua, inicialmente utilizar alumbre de potasio por sus propiedades floculantes, y siendo un mineral no toxico, busco la hoja de seguridad, para su manipulación, según la hoja técnica su pH esta en 3,3 [10], esta propiedad le permite al agua

Reducir su pH para, el cual a causa del jabón subía a 9 puntos de pH, y por efecto de la “orina con un valor de 6,0 (rango normal de 4,5 a 8,0)” [11], reducía el valor del agua a 6,5, utilizando luego un mineral se intentaría incrementarlo, ver anexo 3.

[10] http://www.corquiven.com.ve/esp/MSDS/MSDS-ALUMBRE.pdf, 2014.

se contempló utilizar 2 capas de rocas sedimentarias una más fina que la otra, para amortizar el paso de sólidos ver figura 40, como retenedor de sustancias solubles se buscó el componente usado en los filtros de paso utilizados para purificación de agua en los ozonos en el punto hidráulico del lavaplatos ver figura 41, pero el diámetro de salida y el diseño del mismo no lograban dar resultado en la poceta, pero el principio de utilizar carbón activo, para purificar el agua se adaptó el carbón activo ver figura 42, que trabaja bajo el proceso de adsorción el cual retiene los solubles contaminantes de material en contraposición a la absorción, estos son eliminados del agua.

Bajo el mismo principio usado para recircular el agua de las peceras, a diferencia del filtro plástico del purificador del lavaplatos, este lleva un tamiz de Guata, para retención de sólidos ver figura 35, esto servirá como primer y último filtro por donde pase el agua, entre materiales granulares y el carbón se utilizara Perlón, un tipo de espuma rígida para que evite la deformación de los materiales granulares y retenga de igual manera sólidos ver figura 44.

---

[11] http://www.onmeda.es Valor de la Orina, 2015.

Figura 40. Gravilla Fuente Google Imágenes.

Figura 41. Filtro Carbón Activo Lavaplatos, Fuente Google Imágenes.

Figura 42. Carbón Activo Lavaplatos, Fuente Google Imágenes.

Figura 43. Guata Material filtrante con alta capacidad de retención de sólidos, Fuente Google Imágenes.

Figura 44. Perlón Espuma Retenedora y aislante para rocas y mineral, Fuente Google Imágenes.

21.2.2 Construcción filtro.

El diseño nace a partir de las soluciones planteadas anteriormente, este filtro estará sumergido en la poceta, de tal forma que el agua será tratada durante el proceso de captación y succión.

Se diseñó una lámina en fibra de vidrio para separar el agua almacenada de la zona del filtro, este dique restringe el paso del agua a la succión, obligándola a pasar por el canal que tiene un espesor de 0,15 m y una altura de 0.17 m, en este canal se instala el filtro de las dimensiones vistas y distribución en el siguiente diseño, (ver figura 45,46 y 47), Para este filtro fue necesario utilizar gravilla de (1/4” a 1/8”) y el segundo de (1/2” a 3/4"), carbón activo ver figura 48, además se revistió con Sikaflex en las juntas ver figura 40.

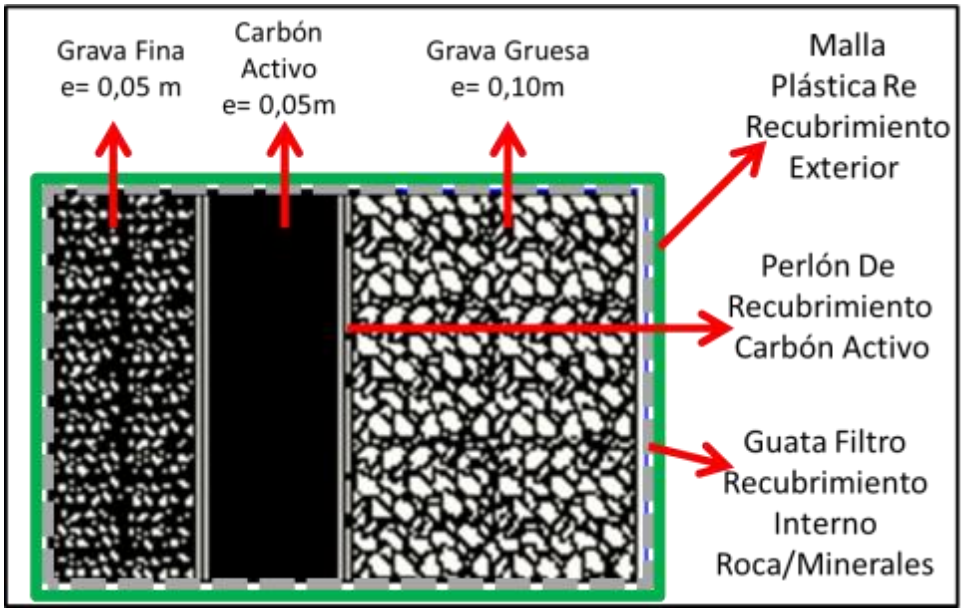


Figura 45. Vista planta detalle y composición filtro, fuente propia.

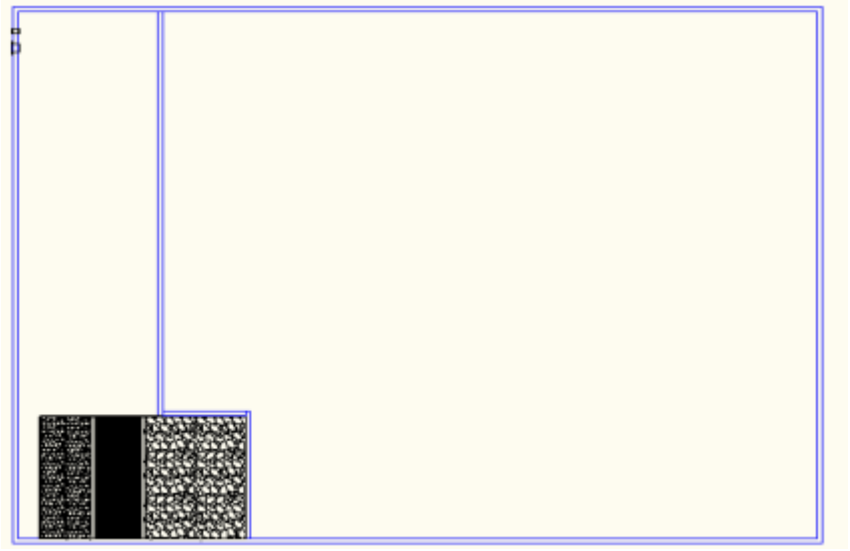


Figura 46 Localización Filtro en la poceta de captación, fuente propia.

Figura 47. Armado filtro con sus componentes, fuente propia

Figura 48. Instalación Filtro en la poceta de captación, fuente propia.

21.3 Sistema De Lectura Y Activación.

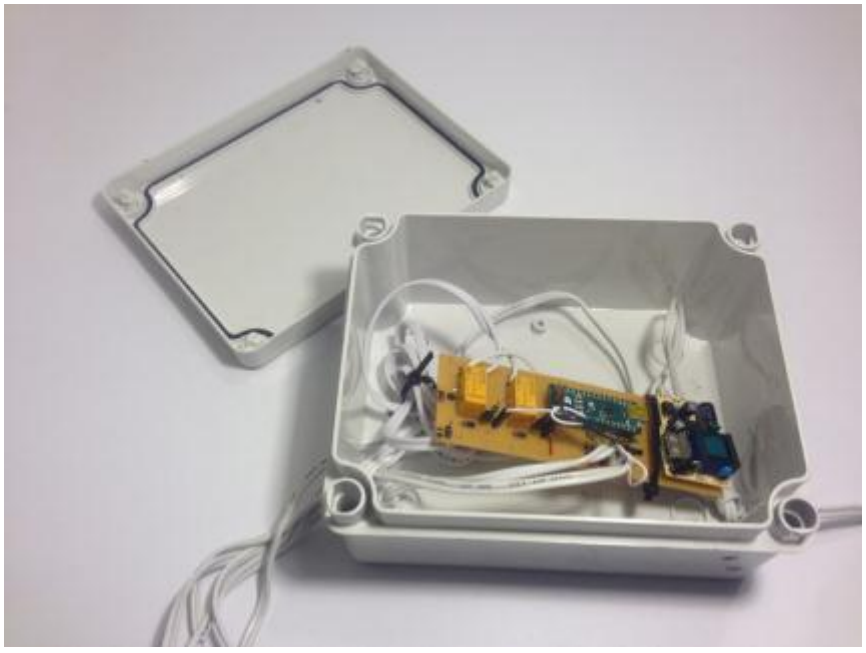


Figura 49. Poceta de Captación aguas Grises Despiece, Fuente: Propia.

Su funcionamiento consiste en realizar la lectura del nivel de agua del sistema de captación y el tanque del sanitario para activar el sistema de bombeo y suministrar agua al inodoro al momento de realizar una descarga. Se compone de una tarjeta electrónica de mando (ver Foto 49), sensor de poceta de captación y sensor de tanque del sanitario.

21.3.1 Tarjeta electrónica de mando.

En el marco del desarrollo del sistema de recirculación de aguas grises de la ducha al sanitario, y el cumplimiento las condicionales del diagrama de flujo propuesto, se buscó un sistema electrónico que trabajara mediante un lenguaje de programación básico, que cumpliera con todas

las variables requeridas, así que se decide Imprentar con el sistema **ARDUINO**, en su versión Arduino Nano.

El Arduino Nano es un microcontrolador de un tamaño de (5x2) Cms, que permite el almacenaje de un programa lógico, que se repite infinitas veces, este programa se puede cargar a través de USB, además de su bajo costo, trabaja en un lenguaje de programación sencillo llamado ***ARDUINO LLC,*** **(ver Figura 50)** y la alimentación del circuito debe ser propicia desde un punto 110 v, para tener un flujo constante de tensión, y para esto se debe instalar un reductor de voltaje de 110v a 5v, este conversor se extrae de un cargador de celular Samsung (ver figura 51 y 52), y Relevadores o 'Relés' (ver figura 53), que abren o cierra los circuitos, en nuestro caso para permitir o restringir el paso de flujo en alguna válvula, con base en el programa cargado al Arduino, para el montaje de los circuitos en la baquelita y la conexión de sensores y válvulas se requirió la ayuda especializada del Ingeniero Electrónico Oscar Fajardo.

El sistema comienza su funcionamiento, cuando el circuito se conecta a la tensión AC, llega a la fuente o regulador extraído del cargador de celular (ver figura 51), la cual regula la tensión de 110v a 5 v, los cuales generan la activación del Arduino (ver figura 52), el Arduino es el encargo de procesar las señales que vienen de los sensores o boyas, instalados en la poceta de captación y el tanque del sanitario, encargados de activarlos, los dos Relevos (ver figura 53), se encargan de activar las válvulas y la bomba.

Figura 50. Tarjeta Arduino, Fuente Propia.

Figura 51. Cargador celular, Fuente Google.

Figura 52 Circuito del Cargador Samsung, Fuente: Propia.

Figura 53. Relevo electromecánico, Fuente: Propia

21.3.2. Lenguaje de programación utilizado.

El lenguaje usado por Arduino para programar desciende de C y C++, vistos durante las asignaturas de programación 1 y 2, este lenguaje trabaja sobre una plataforma java que Permite crear objetos que actúan en el entorno a través de sensores y actuadores para Computación física, es decir convierte en procesos tangibles, programas realizados en un computador.[12]

Con base en el diagrama de flujo, como diagrama lógico se planteó mediante un boceto que comando se requería para programar el Arduino, el cual reconoce los sensores como abiertos y cerrados únicamente, a partir de ahí se desarrolló el siguiente programa que se le introdujo al Arduino y se programó la tarjeta ya ensamblada para que reaccionara a los sensores de apertura y cierre, de la bomba y las válvulas Solenoide.

21.3.3. Programación introducida al Arduino.

A continuación se presenta el programa desarrollado en lenguaje de Arduino (Ver figura 54),
e introducción en el chip, que de acuerdo al diagrama de flujo, encenderá o apagara cada sensor, de acuerdo a las variables establecidas (ver formula 8).

[12] ¿Qué es Arduino y para qué se utiliza?, http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza/ mayo 20, 2015)

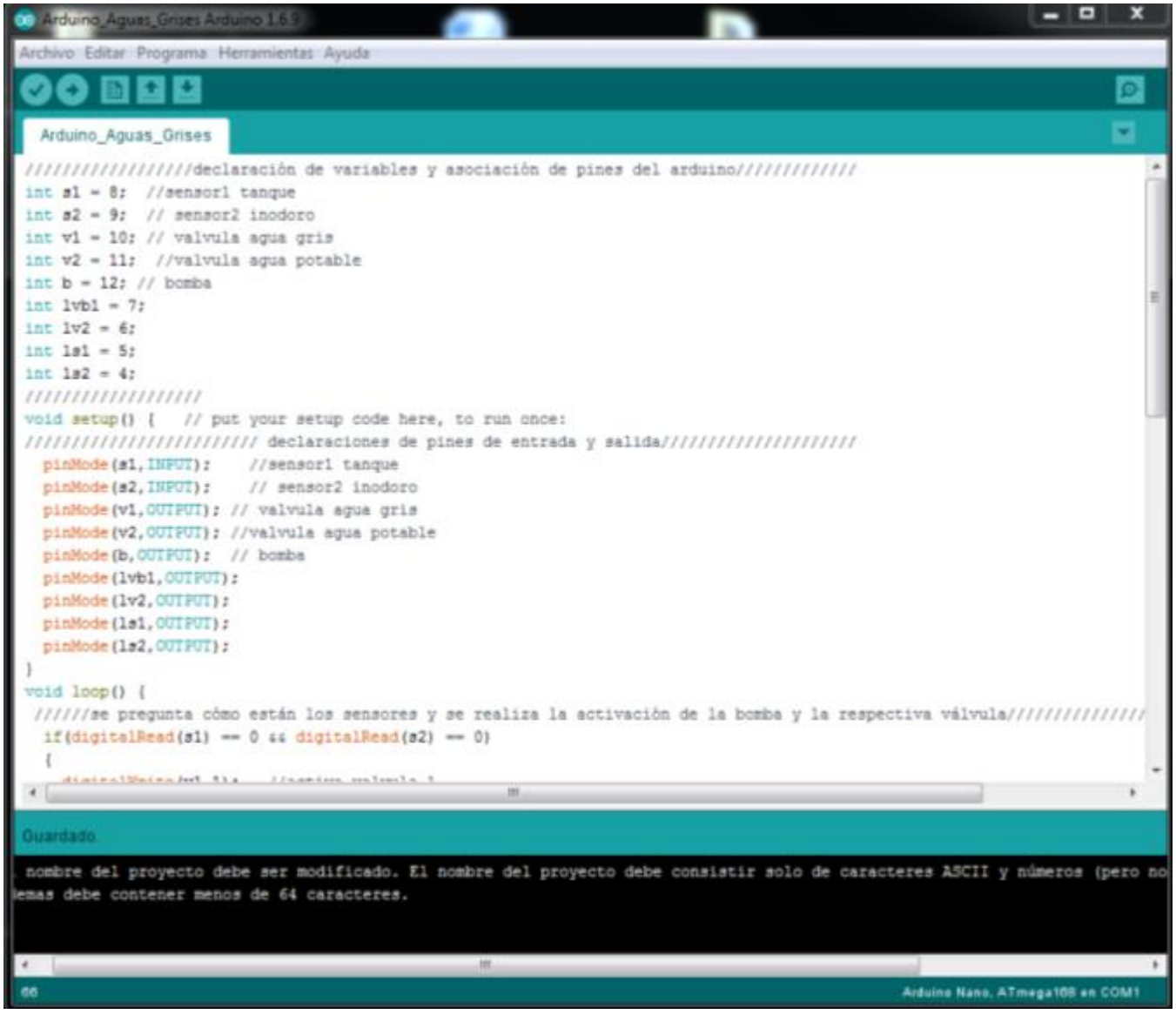


Figura 54. Declaracion y variables inscritas en el programa Arduino, Fuente Propia.

```
//////////////////declaración de variables y asociación de pines del Arduino/////////////
int s1 = 8;  //sensor1 tanque
int s2 = 9;  // sensor2 inodoro
int v1 = 10; // válvula agua gris
int v2 = 11;  //válvula agua potable
int b = 12; // bomba
int lvb1 = 7;
int lv2 = 6;
int ls1 = 5;
int ls2 = 4;
//////////////////
void setup() {   // put your setup code here, to run once:
//////////////////////// declaraciones de pines de entrada y salida/////////////////////
  pinMode(s1,INPUT);                    //sensor1 tanque
  pinMode(s2,INPUT);                    // sensor2 inodoro
  pinMode(v1,OUTPUT);      // válvula agua gris
  pinMode(v2,OUTPUT);      //válvula agua potable
  pinMode(b,OUTPUT);       // bomba
  pinMode(lvb1,OUTPUT);
  pinMode(lv2,OUTPUT);
  pinMode(ls1,OUTPUT);
  pinMode(ls2,OUTPUT);
}
void loop() {
```

```
//////se pregunta cómo están los sensores y se realiza la activación de la bomba y la respectiva válvula//////////////////////////////
  if(digitalRead(s1) == 0 && digitalRead(s2) == 0)
  {
    digitalWrite(v1,1); //activa válvula 1
    digitalWrite(v2,0); //desactiva válvula 2
    digitalWrite(b,1);   //enciende bomba
    digitalWrite(lvb1,1);
    digitalWrite(lv2,0);
    digitalWrite(ls1,0);
    digitalWrite(ls2,1);
  }
  if(digitalRead(s1) == 0 && digitalRead(s2) == 1)
  {
    digitalWrite(v1,0);
    digitalWrite(v2,0);
    digitalWrite(b,0);
    digitalWrite(lvb1,0);
    digitalWrite(lv2,0);
    digitalWrite(ls1,0);
    digitalWrite(ls2,1);
  }
  if(digitalRead(s1) == 1 && digitalRead(s2) == 0)
  {
```

```
  digitalWrite(v1,0);
  digitalWrite(v2,1);
  digitalWrite(b,0);
  digitalWrite(lvb1,0);
  digitalWrite(lv2,1);
  digitalWrite(ls1,1);
  digitalWrite(ls2,0);
}
if(digitalRead(s1) == 1 && digitalRead(s2) == 1)
{
  digitalWrite(v1,0);
  digitalWrite(v2,0);
  digitalWrite(b,0);
  digitalWrite(lvb1,0);
  digitalWrite(lv2,0);
  digitalWrite(ls1,1);
  digitalWrite(ls2,1);
}
```

Fórmula 8. Programa Insertado al Arduino, fuente propia.

21.4 Sensores.

Para dar apertura a las bombas y las válvulas, se contempló inicialmente un flotador de mercurio que diera paso a las válvulas, pero por el tamaño y difícil manipulación en el sanitario y la poceta, se requería algo micro, entonces en las tiendas de hidráulica nos presentaron un sistema de válvulas de apertura para bombas pequeñas llamadas, Boyas de Apertura, estas permiten flotar a partir de cierto nivel y abrir el flujo en una válvula, y así vez cortarlo una vez el nivel baje o suba dependiendo su configuración.

21.4.1 Boya o sensor poceta de captación.

Posee un flotador que sube o baja de acuerdo al nivel del agua, para nuestro caso cuando el flotador tiene una lámina de agua que lo levanta (ver Figura 55), Enciende la bomba y la cierra el paso del suministro de agua potable y abre el paso de las aguas grises, en la válvula Solenoide , pero cuando no detecta presencia de agua y está vacía la poceta, cierra el paso de la poceta de aguas grises, apaga la bomba y abre el paso del suministro de agua potable.

Figura 55. Boya o Sensor Poceta de Captacion, Fuente: Propia

21.4.2 Sensor tanque del sanitario.

Es un flotador electrónico que trabaja en horizontal con el nivel del agua, si la lámina de agua está ausente en cierto nivel, el flotador se activa encendiendo todo el circuito, esta es la 'Ignición' de todo el circuito, pero la lámina de agua llega al nivel del flotador, lo levanta apaga en su totalidad el circuito (ver figura 56).

Figura 56., Sensor Tanque Sanitario Abierto, Fuente Propia.

21.5 Sistema de impulsión.

Figura 57. Sanitario Abierto, Fuente Propia.

Al contar con nivel de agua en la poceta de almacenamiento y mediante activación del sistema de lectura y activación, entra en funcionamiento el sistema de Impulsión, suministrando agua al tanque del sanitario, se compone de una tubería de succión ubicada dentro de la poceta, una bomba hidráulica y tubería de suministro (Ver Figura 57).

Se procedió a validar una bomba que realice la succión de la poceta de captación y llene el tanque de almacenamiento del sanitario, esta deberá tener una columna de agua mínima de 0.53 m (Ver Figura 58), una característica indispensable es que la bomba no será sumergible así que el punto de succión de la bomba que se seleccione deberá ser baja, para que este a nivel de la succión de la poceta de captación y no se presenten perdidas en la poceta por succión negativa.

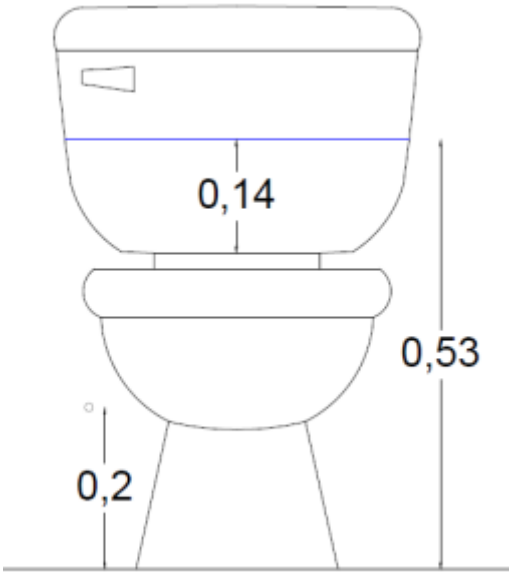


Figura 58. Altura Mínima de Columna, punto hidráulico altura desde la rasante, fuente propia.

4.3.1 BOMBA SUCCIÓN.

Para que la poceta inicie se deberá usar un sistema electrónico, que al detectar una pérdida de nivel en el tanque del sanitario no será sumergible así que el punto de succión de la bomba que se seleccionó deberá ser baja, para que este a nivel de la bomba.

Durante el estudio de los diferentes materiales a utilizar en el montaje del sistema de Recirculación, se evaluaron varios equipos de bombeo para levantar una columna de Aprox. 70 Cms. en un trayecto de 1,5, se había evaluado una bomba de ½" caballo de fuerza, pero por su tamaño dentro de un baño no parecía funcional, pero Paralelamente con el descubrimiento en la lavadora de la Electro válvula Solenoide , se encontró una bomba con la capacidad de subir una columna de agua entre 0,80 M y 1.2 M (ver figura 59 y 60) la misma cuenta con las siguientes características y un diseño reducido que le permite la facilidad de estar dentro de una caja hermética, funcionando con la cabeza de agua que le de la poceta de captación (ver tabla 4)

REFERENCIA	VATIOS	Q. MAX (H = 1 M)	GRADACIÓN DE AISLAMIENTO	MODELO
AC127V 60 Hz	40 W	20 l/min	F	PCX-30N

Tabla 4. Capacidad bomba succión, Fuente Pagina Fabricante.

Figura 59, Bomba Succión, fuente propia.

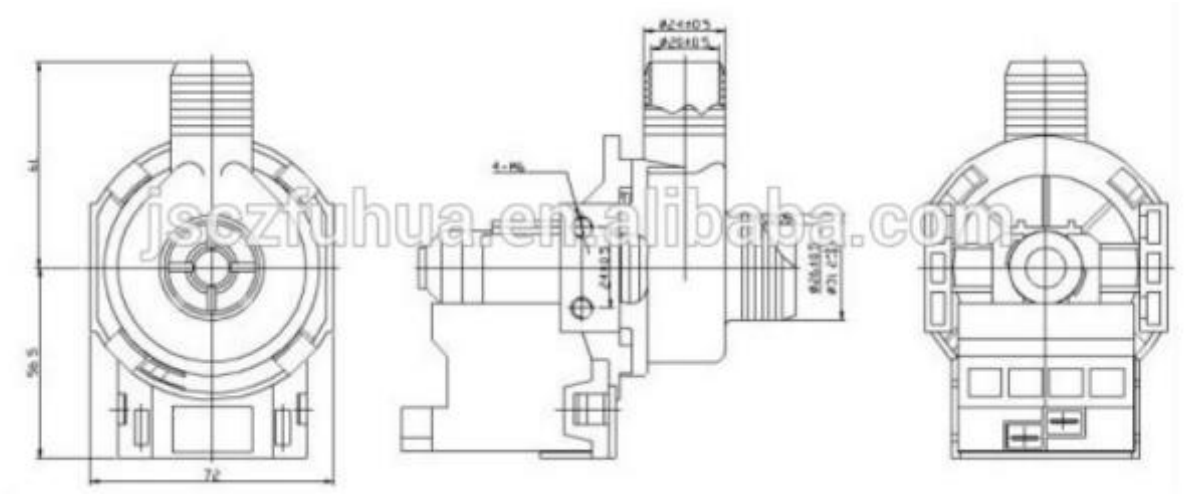


Figura 60. Perfiles diseño bomba, Fuente: http://jsczfuhua.en.alibaba.com/, (2016)

21.6 Sistema de repartición.

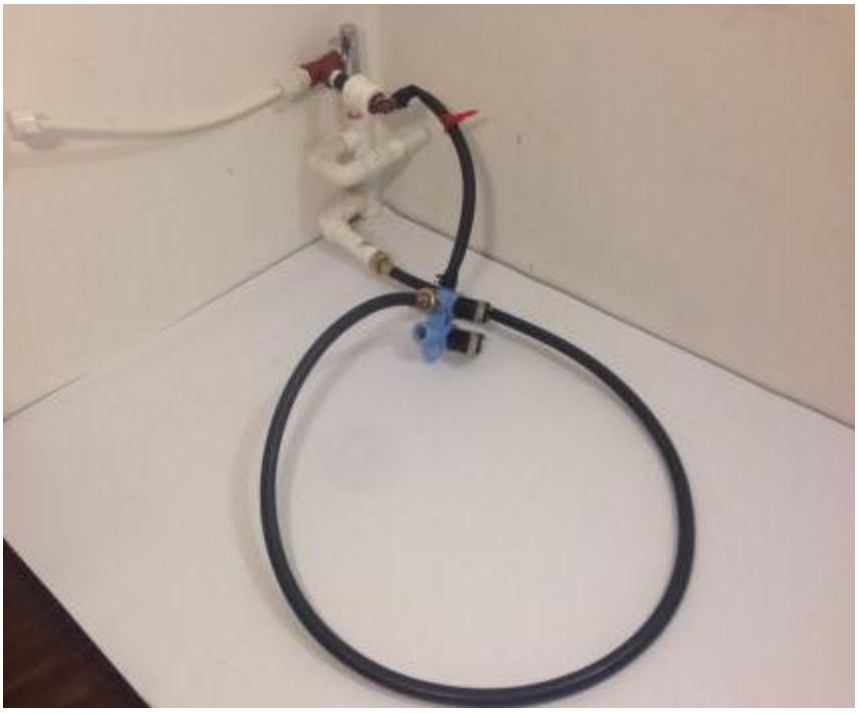


Figura 61. Sistema de Reparticion de aguas, Fuente Propia.

Conectado al sistema de lectura y activación, direcciona el caudal al tanque del sanitario, en caso de no contar con el volumen necesario para realizar un suministro completo, permite el paso de agua del sistema de acueducto al sanitario, garantizando el llenado en ambos escenarios. Está compuesto por una electroválvula de 2 entradas y 1 salida, cheque de cortina anti retorno, accesorios PVC y polipropileno, (ver Figura 61).

21.6.1 Electroválvula de 2 entradas y 1 salida.

En la búsqueda de una válvula que cumpliera las funciones necesarias de cierre y apertura de manera electrónica, se exploraron dos mercados importantes la hidráulica y neumática, pero ninguna de las válvulas encontradas cumplía con las funciones y expectativas requeridas además

las más cercanas tenían costos demasiado elevados, para un proyecto de estas características, es así como por el daño de una lavadora en la casa de Andrés Laverde, y la necesidad de ver cuál había sido el motivo del mismo, El procede a destapar y se observa una válvula que recibe agua caliente y fría a la vez, pero las mezcla según las indicaciones que da la lavadora, El grupo procede a consultar a un experto en lavadoras, el cual suministra esta válvula Solenoide, (ver figura62) y se realizan pruebas a las misma y resulta eficiente para las necesidad de paso y cierre de un sistema al otro, aunque se requiere un cheque de cortina (Ver Figura 63), para evitar que se mezcle el agua del suministro por la constante presión, con el agua gris.

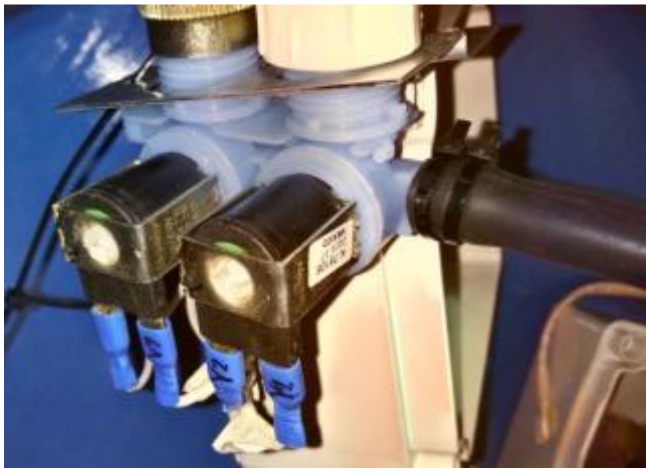


Figura 62. Valvula Solenoide , Fuente Propia.

Figura 63 Cheque de Cortina Anti Retorno, Fuente Propia.

21.7 Accesorios PVC y POLIPRO.

Como toda instalación hidrosanitarias, debe llevar sus respectivos elementos en PVC y Polipropileno, para las conexiones a la red existente y circuito de Mangueras de caucho y demás acoples usados en las distintas transiciones (ver figura 64).

Figura 64 accesiorios PVC y Polipro, Fuente Propia.

22. INSTALACIÓN PROTOTIPO.

Una vez plasmado el diagrama, durante 4 meses se visitaron los principales distribuidores de productos hidráulicos de Bogotá, y se revisaron catálogos de proveedores como Pavco, Durman, Dicol, Helbert, Mexichem, Redline hasta encontrar las soluciones más adecuadas que se ajustaran al presupuesto y la necesidad del proceso.

Con las piezas básicas listas, empezó el proceso de prueba y error (Ver Figura 65 y 66).

Figura 65. Pruebas Prototipo por Andres Laverde, Fuente Propia.

Figura 66.Pruebas Prototipo por Jeffer Martinez , fuente propia.

Una vez realzadas pruebas de funcionamiento de todos los elementos se procedió a iniciar montaje en el baño donde opero el prototipo (Ver figura 67).

Figura 67. Baño antes de la intervención. Fuente propia.

Inicialmente se interviene el micro medidor, cerrando el paso del suministro al baño y desconectando el acople del sanitario, (ver figura 68).

Figura 68. Retiro acople sanitario. Fuente propia.

Seguido de esto, se conectó un registro de entrada después del punto hidráulico y se conecta una (TEE) que deriva en 2 el punto hidráulico, uno para el abastecimiento del sanitario en caso de emergencia y otro con agua hacia la válvula de 2 vías (ver figura 69)

Figura 69. Conexión registro y TEE de repartición, fuente propia.

Después se instaló la poceta en la ducha, y las conexiones a la caja hermética donde se instalara la bomba de succión y la Boya de la poceta de captación , (ver figura 70)

Figura 70. Instalación Poceta de captación, fuente propia.

Se instala la flauta de circuito hidráulico completo de circulación de agua del acueducto y se deja una derivación que viene desde la válvula solenoide que abastecer cuando se suministre agua gris tratada (ver figura 71)

Figura 71. Flauta de circuito hidráulico del suministro de agua potable, fuente propia.

Se realiza la ubicación del circuito Arduino, al lado del sanitario en la caja hermética dejando los conectores, de la bomba, válvulas y boyas (ver figura 72)

Figura 72. Ubicación Arduino en el baño de prueba, fuente propia.

Se instalaron las boyas o sensores que activaron el circuito la primera en el tanque del sanitario (ver figura 73) y la segunda en la poceta de captación (ver figura74).

Figura 73. Instalación sensores tanque sanitario, fuente propia.

Figura 74. Instalación sensor tanque captación aguas grises, fuente propia.

El siguiente elemento que se instaló, fue la válvula de (2) vías (ver figura 75), se le adapto la manguera que suministra el agua potable del acueducto y la manguera que trae las aguas grises, adicional se conectó el punto de entrega de la misma a la flauta que abastece el tanque del sanitario, y se colocó una válvula anti retorno Para que el acueducto no se fuera para la poceta, y se adaptó una conexión universal para el rápido desacople emergencias, y purga de la bomba (ver figura 76).

Figura 75. Instalación válvula (2) vías, fuente propia.

Figura 76. Instalación cheque de cortina y universal, fuente propia.

Se instaló la conexión eléctrica, con canaleta PVC, para trazar la ruta de conexión del cable N12, (ver figura 77).

Figura 77. Instalación canaleta y cableado, prototipo, fuente propia.

Se instaló en la flauta el registro de emergencia, se revisan las conexiones hidráulicas, y se procede a realizar las pruebas de presión habilitando el registro del acueducto, y del punto hidráulico (ver figura 78) .

Figura 78. Instalación registro de emergencia, fuente propia.

Finalmente el sistema queda instalado y listo para empezar las primeras pruebas antes de entrar a funcionar durante 1 mes de etapa experimental, (ver figura 79)

Figura 79. Prototipo instalado y listo para iniciar pruebas experimentales, fuente propia.

23. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

El día 15 de marzo de 2016 se inició el proceso de construcción y ensamble del prototipo una vez finalizado el concepto de diseño, a medida que pasaron los meses se iban incorporando nuevos componentes al sistema hasta tener un prototipo que fuera estable y diera la capacidad de respuesta que se buscó.

Sobre el día 15 de agosto de 2016, se tuvo un elemento parcial que diese un indicio de funcionamiento, al momento de prender el circuito y llenar la poceta de captación de la ducha, la bomba no empujaba el agua, esto al parecer debido a falta de purga en la misma, esta purga se realizó soltando la universal y se le dio apertura conectando el circuito al suministro eléctrico, y la bomba reacción inmediatamente, llenando la manguera hasta generar una columna hidráulica, entonces se desconectó nuevamente, y se empalmo la universal, después de esta prueba el sistema empezó a llenar el tanque del sanitario hasta que la boya lo detuvo, funciono satisfactoriamente.

Luego se realizó una prueba para conocer funcionaba la succión negativa que lograba existir por la diferencia de nivel entre el punto de entrega del tanque en la batea del tubo, localizado a 0,005 m de la rasante de la ducha, y la batea de la tubería de succión de la bomba localizada a 0,025 m, esta diferencia de 0,02 m generaba una perdida (ver formula 9), Esta Succión negativa logra vencerla la bomba según las pruebas realizada.

A: Ancho 0,50 m

B: Largo 0,80 m

h: Alto: 0,02m

$$Volumen\ Succion\ Negativa = AxBxh$$

$$Volumen\ Succion\ Negativa\ = 0{,}50mx0{,}80mx0{,}02m$$

$$Volumen\ Succion\ Negativa\ = 0.008\ m3$$

$$Volumen\ Succion\ Negativa\ = \frac{0.008\ \ m3}{} = \frac{1000\ litros.}{1000\ m3} = 8\ Litros$$

$$Volumen\ Succion\ Negativa = 8\ Litos.$$

Fórmula 9. Calculo Volumen Succión Negativa Poceta de Captación Del Sanitario, fuente Propia.

Se decidió realizar las pruebas con la poceta desocupada para que el suministro de llenado el tanque desde la válvula Solenoide, se hace la descarga en el sanitario y debido a que no se encuentra abierta la boya cierra el paso de aguas grises y abre el del suministro, este libera el agua del acueducto hacia el tanque hasta llenarlo y apagar la boya del sanitario.

El único inconveniente que se encontró, fue el cruce de agua potable hacia la poceta de la ducha, esto se controló con un cheque de cortina anti retorno evitando el paso entre sistemas.

Controladas estas variables, se empezaron a realizar (40) pruebas continuas de descarga del sanitario(20) para medir el tiempo de llenado del sanitario con el sistema convencional y 20 para medir el llenado del sanitario con el prototipo instalado (ver tabla 5).

N. Prueba	(t) Tiempo en Segundos, Descarga con Sistema Convencional	(t) Tiempo en Segundos, descarga aguas grises con Prototipo.	(t) Tiempo en Segundos Descarga con Sistema Convencional, con el prototipo
1	0.35	2,31	0.4
2	0.39	2.32	0.39
3	0.4	2.41	0.4
4	0.35	2.37	0.41
5	0.35	2.31	0.39
6	0.35	2.4	0.4
7	0.39	2.35	0.41
8	0.39	2.32	0.4
9	0.39	2.34	0.41
10	0.38	2.35	0.41
11	0.37	2.38	0.39
12	0.39	2.28	0.4
13	0.4	2.29	0.41
14	0.35	2.3	0.4
15	0.41	2.33	0.4
16	0.4	2.31	0.42
17	0.39	2.32	0.4
18	0.38	2.32	0.41
19	0.35	2.31	0.41
20	0.35	2.33	0.39
Promedio General (X)	0.3765	2.33	0.4025

Tabla 5 Medición Tiempo descarga Sistema Convencional / Prototipo, fuente propia.

Los tiempos registrados muestran que el tiempo de llenado en el sistema convencional es de 0,37 segundos, este será el tiempo que se implementara para cálculos.

De igual forma se mide el tiempo de llenado del tanque del sanitario con aguas grises y arroja un tiempo de 2,33 segundos, este será el tiempo que se implementara para cálculos con esa variable, y el tiempo de llenado del tanque con agua del suministro de la calle en función del prototipo es de 0,388 este tiempo será una variable fija para el cálculo.

24. INICIO FASE EXPERIMENTAL.

A partir del 1 de septiembre de 2016 se dio inicio y puesta en marcha del prototipo, se diligenciaron a diario los siguientes registros (ver tabla 6), para llevar un registro de mediciones y con este banco de datos llegar a las conclusiones finales.

- Numero de duchas tomadas al día.
- Cantidad veces de Llenado del tanque del sanitario.
- Medición de PH semanal del agua entregada al sanitario.
- Daño en la válvula Solenoide y cambio de sistema purificación.

Tabla 6. Registro Diario Sistema En Funcionamiento, fuente Propia.

Día	Fecha	NUMERO DE DUCHAS TOMADAS, POR DÍA.	NUMERO VECES QUE SE USO EL SANITARIO, POR DÍA.	CANTIDAD VECES DE LLENADO DEL TANQUE DEL SANITARIO CON SUMINISTRO DE AGUAS GRISES DE LA POCETA, POR DÍA.	CANTIDAD VECES DE LLENADO DEL TANQUE DEL SANITARIO CON SUMINISTRO DEL ACUEDUCTO, POR DÍA.	Día Medición PH.
1	01/09/2016	3	6	6	0	1
2	02/09/2016	2	6	6	0	1
	03/09/2016	Taponamiento en válvula Celenoide y cambio de sistema purificación.				
	04/09/2016					
	05/09/2016					
	06/09/2016					
	07/09/2016					
	08/09/2016					
3	09/09/2016	3	7	7	0	1
4	10/09/2016	2	8	8	0	
5	11/09/2016	2	5	5	0	1
6	12/09/2016	3	6	6	0	
7	13/09/2016	2	5	5	0	
8	14/09/2016	2	5	5	0	
9	15/09/2016	3	6	6	0	
10	16/09/2016	2	8	7	1	
11	17/09/2016	2	6	6	0	
12	18/09/2016	4	6	6	0	1
13	19/09/2016	2	6	6	0	
14	20/09/2016	2	5	5	0	
15	21/09/2016	2	4	4	0	
16	22/09/2016	2	5	5	0	
17	23/09/2016	2	6	6	0	
18	24/09/2016	2	7	7	0	
19	25/09/2016	2	5	5	0	1
20	26/09/2016	2	6	6	0	
21	27/09/2016	6	12	12	0	
22	28/09/2016	4	12	8	4	
23	29/09/2016	5	12	8	4	
24	30/09/2016	4	9	9	0	
25	01/10/2016	4	10	8	2	
26	02/10/2016	4	8	8	0	1
27	03/10/2016	4	9	8	1	
28	04/10/2016	2	4	4	0	
29	05/10/2016	2	6	6	0	
30	06/10/2016	2	5	5	0	
31	07/10/2016	2	8	6	2	
Total	31	77	213	199	14	7

24.1 Cantidad duchas al día.

Durante la etapa experimental, el uso del baño donde se instaló el dispositivo fue diario, el número de personas dos personas utilizaron este baño del 1 de septiembre de 2016 al 20 de septiembre de 2016, luego de esta fecha durante 7 días, 2 personas más utilizaron este baño en el periodo comprendido del 21 de septiembre al 27 de septiembre, luego continuaron las 2 personas iniciales durante el resto del tiempo experimental, los datos se consignaban diariamente al final del día preguntando cuantas veces se había usado la ducha.

24.2 Cantidad Veces De Llenado Del Tanque Del Sanitario.

A la población del muestreo se le solicito que registraran cada vez que entraran al baño y al descargar el sanitario, se prendiera la bomba, pues el sonido es evidente y se sabría que estaba llenando con agua de la poceta de captación, de lo contrario si se veían obligados a abrir el registro de agua del acueducto, lo registraran en la casilla del acueducto que se llamaba apertura llave, ver figuras 80 Y 81.

Figura 80. Tabla para registro de datos instalado en la puerta del baño, fuente propia.

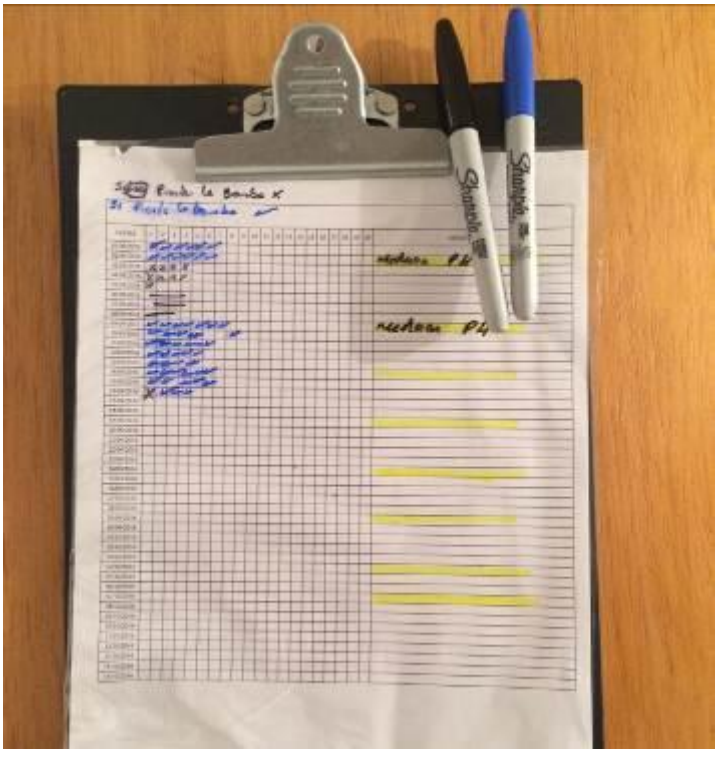


Figura 81. Registros consignados corte 15 de septiembre de 2016, fuente propia.

24.3 Medición de pH semanal del agua entregada al sanitario.

Durante los 31 días de prueba experimental, semanalmente se hizo un control de la calidad del agua que se entregaba al sanitario; cada 8 días de tomaba una muestra de 250 ml en los diferentes puntos de la poceta que llevaran tratamiento de agua y del punto hidráulico, situado después del filtro, y se llevaba a laboratorio de la compañía QUALA S.A en la PTAR, donde previa autorización a Andrés Laverde, trabajador de la compañía, se realizaba un análisis básico de estas muestras.

24.4 Taponamiento en válvula solenoide y cambio de sistema purificación.

Durante el (3) día de la etapa experimental, el sistema de llenado desde la poceta dejo de funcionar, pero aun así no cambiaba al sistema de suministro del acueducto, pues detectaba agua en la poceta, por tanto que se realizó el debido desmonte para localizar el posible daño, se evaluaron los componentes, y se evidencio el acople de ¾” de la válvula solenoide , el cual posee una malla se había colmatado por sólidos, esto ocasionaba que el agua pasara muy lento por la reducción en la capacidad.

En este orden de inconvenientes, se decidió detener por unos días la etapa experimental, mientras se realizaban las correcciones y ajustes en el sistema de tratamiento de aguas, tal como se muestra en el capítulo en donde llegaba el agua de la poceta estaba colmatado por solidos por saturación de solidos la rejilla de filtración de solidos restringía y sobrecalentamiento.

Se detuvieron las mediciones, mientras se revisaba el sistema de válvulas y se instaló el nuevo sistema de tratamiento de aguas.

25. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

De acuerdo a los resultados obtenidos del proceso experimental y las variables externas como son el costo M3 y KWH, se calcularon los ahorros de agua.

25.1 calculo agua potable ahorrada

A continuación se presenta el cálculo del agua gris reutilizada durante el proceso experimental, en total se logró reutilizar 1,76 M3 (ver formula 10).

Total Descargas Realizadas Durante La Etapa Experimental Con El Sistema De Recirculación De Aguas Grises Tratadas	=	199	Descargas (A.G)
Volumen Llenado Tanque Sanitario (Litros)	=	8.82	Litros
Volumen En Litros Total Descargas	=	1755.98	Litros
Volumen En M3 Total Descargas	=	**1.76**	M3

Fórmula 10. Calculo Agua Gris Reutilizada. Fuente Propia.

La reutilización de esta agua gris tratada durante esta etapa, es directamente proporcional al gasto de agua que se hubiera utilizado con agua potable del acueducto sin el prototipo, y como resultado la etapa experimental arrojo un ahorro de 1,76 m3 lo necesario para abastecer el consumo total por día para 23 personas en Bogotá, según investigaciones del diario el tiempo[13]

[13] http://www.eltiempo.com /Salvar_agua_bogota - 2014

25.2 Calculo valor m3 (acueducto).

A continuación se muestra el cálculo del costo por m3 de agua, que facturaba el Acueducto De Bogotá, empresa que se encarga de suministrar el agua potable en la ciudad, puntualmente en el sitio experimental AV Calle 80 73 A 21 – apartamento 367, interior 6, el valor a continuación relacionado es el facturando durante el periodo de Junio - Agosto de 2016, (ver figura 82), Por Concepto Consumo Residencial Acueducto, ($ 55.962) por 17 m3, con base en estos datos, se calcula el valor por M3 (ver Formula 11).

Costo Mensual (Pesos)	***Consumo Total (m3)***
$ 54,273	17

$ 3,193	Costo m3

Fórmula 11. Costo M3 Cobrado por el Acueducto de Bogotá.

El valor por m3 ayuda a identificar el costo del agua que se logró ahorra durante la etapa experimental.

acueducto
AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTA
Línea de atención y emergencias 116 Acualinea
www.acueducto.com.co

Datos del usuario
BETTY ISABEL ARAQUE SALAMANCA
AC 80 73A 21 IN 8 AP 367
ESTRATO: 2 | CLASE DE USO: Residencial
UND HABIT/FAMILIAS: 1 | UND. NO HABITACIONAL: 0
ZONA: 2 CICLO: E2 RUTA: E22175

Datos del medidor
MARCA IBERCONTA NUMERO TIPO VELOCIDAD DIAMETRO

CUENTA CONTRATO
Número para cualquier consulta 11035243

Factura de Servicios Públicos No.
Número para pagos 25868431617

TOTAL A PAGAR $100.580
Agua + Alcantarillado + Aseo (ver al respaldo)
+ Cobro a terceros (ver al respaldo)

Fecha de pago oportuno SEP/26/2016

Fecha límite de pago para evitar suspensión SEP/29/2016

Datos del consumo
ULTIMA LECTURA: 942 | CONSUMO (m³): 17
LECTURA ANTERIOR: 925
FACTURADO CON: Consumo Normal | Desvergue fuente externa: 0

Últimos consumos m³
4 14 15 17 11
$20.337 DIC-FEB | $21.033 FEB-ABR | $21.111 ABR-JUN | ULTIMO CONSUMO | Promedio m³

Periodo facturado
JUN/08/2016 - AGO/06/2016

Resumen de su cuenta
FECHA DE EXPEDICIÓN SEP/14/2016 FECHA ESPERADA DE LA PRÓXIMA FACTURA NOV/19/2016
NIVEL CMO BÁSICO PRÓXIMO PERIODO DE FACTURACIÓN según Resolución CRA 750/2016 34 m3

Descripción	Cantidad	Costo Valor Unitario	Costo Valor Total	(-)Subsidio (+) Aporte	Tarifa Valor Unitario	Valor a Pagar
Acueducto						
Cargo fijo residencial	1	$14.508,72	$14.009	$2.102-	$11.907,41	$11.907
Consumo residencial básico (0-34m3)	17	$2.467,93	$41.953	$5.293-	$2.097,85	$35.660
Consumo residencial superior a básico						
Cargo fijo no residencial						
Consumo no residencial (m3)						
Subtotal Acueducto (1)			$55.962	$8.395-		$47.567
Alcantarillado						
Cargo fijo residencial	1	$6.822,45	$6.822	$1.023-	$5.799,09	$5.799
Consumo residencial básico (0-34m3)	17	$2.184,34	$37.134	$5.570-	$1.856,63	$31.564
Consumo residencial superior a básico						
Cargo fijo no residencial						
Consumo no residencial (m3)						
Subtotal Alcantarillado (2)			$43.956	$6.593-		$37.363

Otros Cobros	No.	Cuota	Interés	Total	Saldo
Subtotal Otros Cobros (6)				$0	

Otros conceptos que adeuda	Valor Total
Total otros conceptos que adeuda	$0

Descuento mínimo vital (12 metros cúbicos sin costo en estrato 1 y 2) $0

TOTAL AGUA, ALCANTARILLADO Y OTROS COBROS (1)+(2)+(5)+(6) $84.930
CONSUMO MES $42.465 CONSUMO DIA $1.416

La tarifa es el costo más aportes o menos subsidios
Se otorgan subsidios a los estratos 1,2,3 para el consumo básico

Figura 82, Factura Acueducto De Bogotá periodo de Junio - Agosto de 2016, Fuente Propia.

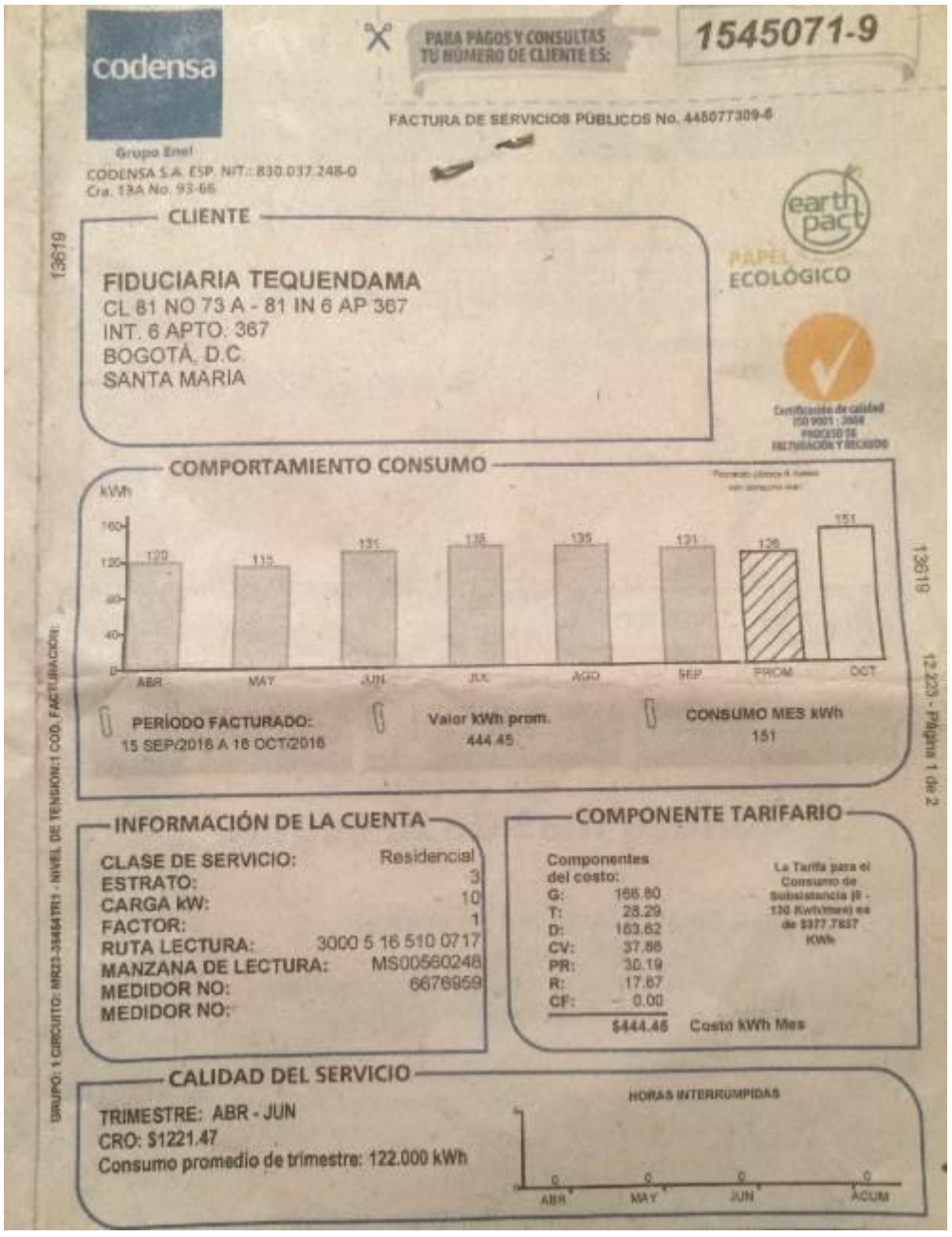
25.3 Valor kwh Codensa

El Prototipo como fuente de energía utiliza un punto eléctrico de (110 V), este Lo abastece de energía para alimentación de todo el circuito de sensores, electro válvulas y bomba, pero a su vez genera un consumo por el tiempo que gasta en hacer el empuje del agua, o la apertura de las electroválvulas, para esto se utiliza el valor de la factura generada durante un parcial del tiempo de etapa experimental, la empresa prestadora del servicio (Codensa), emite el recibo que abarca la facturación del 15 de septiembre de 2016 al 18 Octubre de 2016 (Ver Figura 83) , a continuación se realiza el cálculo del valor del KWH (Ver Formula 12), según el consumo mensual.

Valor Mensual (Pesos)	***Consumo Total (KWH)***
$ 58,470	151

$ 387	Costo KWH

Fórmula 12. Costo KWH Cobrado por el Codensa Bogotá, Fuente Propia.



codensa

Grupo Enel

CODENSA S.A. ESP. NIT.: 830.037.248-0
Cra. 13A No. 93-66

PARA PAGOS Y CONSULTAS TU NÚMERO DE CLIENTE ES: 1545071-9

FACTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS No. 448077309-6

PAPEL ECOLÓGICO

Certificación de calidad ISO 9001: 2008 PROCESO DE FACTURACIÓN Y RECAUDO

13619

CLIENTE

FIDUCIARIA TEQUENDAMA
CL 81 NO 73 A - 81 IN 6 AP 367
INT. 6 APTO. 367
BOGOTÁ, D.C.
SANTA MARIA

COMPORTAMIENTO CONSUMO

kWh

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	PROM	OCT
129	115	131	136	135	131	126	151

PERIODO FACTURADO: 15 SEP/2016 A 16 OCT/2016

Valor kWh prom. 444.45

CONSUMO MES kWh 151

13619

12 223 - Página 1 de 2

GRUPO: 1 CIRCUITO: MR23-3464TR1 - NIVEL DE TENSION:1 COD. FACTURACION:

INFORMACIÓN DE LA CUENTA

CLASE DE SERVICIO:	Residencial
ESTRATO:	3
CARGA kW:	10
FACTOR:	1
RUTA LECTURA:	3000 5 16 510 0717
MANZANA DE LECTURA:	MS00560248
MEDIDOR NO:	6676959
MEDIDOR NO:	

COMPONENTE TARIFARIO

Componentes del costo:

G:	166.80
T:	28.29
D:	163.62
CV:	37.86
PR:	30.19
R:	17.67
CF:	- 0.00
	$444.45

Costo kWh Mes

La Tarifa para el Consumo de Subsistencia (0 - 130 Kwh/mes) es de $377.7837 KWh

CALIDAD DEL SERVICIO

TRIMESTRE: ABR - JUN
CRO: $1221.47
Consumo promedio de trimestre: 122.000 kWh

HORAS INTERRUMPIDAS

ABR	MAY	JUN	ACUM
0	0	0	0

Figura 83. Facturación del 15 de septiembre - Octubre de 2016, Fuente Propia.

25.4 Calculo consumo energía durante (1) descarga abastecida con aguas grises tratadas.

A continuación se muestra como se realizó el cálculo de consumo de energía en KWH durante (1) descarga aguas grises tratadas.

25.4.1 Calculo teórico.

Se plasmó el cálculo teórico del consumo en Watts de los dispositivos eléctricos, según los datos de consumo inscritos en cada aparato (ver tabla 7).

Dispositivo	Consumo Total Watts
Bomba	60
Válvula solenoide 1	5
Válvula solenoide 2	7
Arduino	0.2
Consumo Teórico en Watts	72.2

Tabla 7 Calculo Teórico Consumo Dispositivos Electrónicos Durante Descarga Aguas Grises, Fuente Propia.

25.4.2 Calculo experimental.

Por otra parte se realizó la medición con multímetro durante el funcionamiento descargando aguas grises (Ver Figuras 84 y 85).

Figura 84. Medición Suministro de Energía Codensa en punto Eléctrico, Fuente Propia.

Figura 85. Medición circuito en funcionamiento recirculando agua gris, Fuente Propia.

De acuerdo a las mediciones realizadas, se obtuvieron dos datos claves, el voltaje real suministrado por Codensa en el punto eléctrico, la medición indica que el punto suministra 123,8 Voltios, y el consumo de Amperaje que indica la corriente que pasa por el circuito es de 04,4 Amperios, con base en estos resultados se halló el consumo en Watts, ver formula 13 y tabla 8.

Lectura Dispositivo	Lectura	Und
Voltaje Real Punto Eléctrico	123,8	Voltios
Consumo Cerrando El Circuito	4.4	Amperios

Tabla 8. Lecturas con multímetro, Fuente Propia.

$$W = A * V$$

$$W = 04{,}4\ (A) * 123{,}8\ (V)$$

(Watts) Medición Experimental	=	54.472	Watts

Fórmula 13. Calculo del Consumo Experimental Agua Gris En Watts, Fuente Propia.

25.4.3 Ajuste medición teórica vs experimental.

Después de hallar teórica y experimentalmente cada una de las mediciones, se procedió a encontrar el ajuste entre las dos, promediándolas, (Ver formula 14).

(Watts) Medición Teórica	=	72.2	Watts
(Watts) Medición Experimental	=	54.472	Watts
Ajuste Medición Teórica vs Medición Experimental	=	63.34	Watts

Fórmula 14. Ajuste Medición Teórica Vs Experimental Descarga Aguas Grises, Fuente Propia.

25.4.4 Calculo consumo en kwh por (1) descarga abasteciendo con agua gris.

Después de hallar el ajuste de mediciones en Watts, se toma la información de la duración del llenado tanque sanitario del promedio general acumulado de las lecturas realizadas en la etapa experimental con aguas grises, este dato se pasa a segundos, después a horas y se multiplica por el consumo en Watts, para tener el valor consumido en una hora, este valor se multiplica por 30 días del mes y se divide en 1000 para convertirlo en KWH, y así hallar el consumo en esa medida (ver formula 15).

Duración Descarga (Min)	=	2.33	
2,33 Min a Segundos	=	153	
153 Seg a Horas	=	(1 Hora * 153 Seg) / 3600 Seg	
Duración Descarga En (Horas)	=	0.0425	
Ajuste Medición Teórica vs Medición Experimental	=	63.34	Watts
Consumo Watts/Hora	=	2.692	
Días en un Mes	=	30	
Consumo Por Mes (Watts/Hora)	=	80.7534	(Watts/Hora)
1 KWH	=	1000	Watts
Consumo en KWH	=	0.0808	KWH

Fórmula 15. Calculo Consumo Energía Durante (1) Descarga Aguas Grises Tratadas, Fuente Propia.

25.4.5 Costo durante el llenado del tanque sanitario con aguas grises tratadas.

A continuación presentara el cálculo del costo del consumo de energía, según el cálculo realizado anteriormente en pesos colombianos, de (1) llenado del tanque del sanitario, abasteciéndolo con aguas grises tratadas, (ver formula 16).

Consumo En KWH Abasteciendo Con Aguas Grises	=	0.0808	KWH
Costo KWH	=	$ 387	Pesos Colombianos
Valor Mensual Por (1) Descarga Diaria	=	$ 31.3	/ 30 Días
Valor Total Por (1) Descarga	=	$ 1.04	Pesos Colombianos

Fórmula 16. Calculo Costo Durante El Llenado Del Tanque Sanitario Con Aguas Grises Tratadas, Fuente Propia.

25.4.6 Análisis de resultados calculo consumo energía durante 1 descarga abastecida con aguas grises tratadas.

De lo anterior podemos analizar que el llenado del tanque, abasteciéndolo con aguas grises tratadas dentro del proceso de captación, resulta tener un bajo costo, respecto al consumo de energía, pues el consumo del sistema eléctrico durante ese tiempo de llenado es de $1,04 pesos colombianos, y este costo por un gran número de descargas, no representa un costo significativo.

25.5 Calculo consumo energía durante (1) descarga de agua acueducto

A continuación se muestra como se realizó el cálculo de consumo de energía en KWH durante (1) descarga agua del acueducto, pasando por el sistema de recirculación.

25.5.1 Calculo teórico.

Se plasmó el cálculo teórico del consumo en Watts de los dispositivos eléctricos, según los datos de consumo inscritos en cada aparato (ver tabla 9).

Dispositivo	Consumo Total Watts
Válvula solenoide 1	5
Válvula solenoide 2	1.7
Arduino	0.2

Consumo Teórico en Watts	6.9

Tabla 9. Calculo Teórico Consumo Dispositivos Electrónicos Durante Descarga Aguas Acueducto, Fuente Propia.

25.5.2 Calculo experimental.

Se realizó con multímetro, la medición de tensión durante el abastecimiento de agua del acueducto que pasaba por el prototipo. (Ver Figura 86 y 87).

Figura 86. Medición Suministro de Energía Codensa en punto Eléctrico, Fuente Propia.

Figura 87. Medición circuito en funcionamiento recirculando agua gris, Fuente Propia.

De acuerdo a las mediciones realizadas, se obtuvieron dos datos importantes, el voltaje real suministrado por Codensa en el punto eléctrico, la medición indica que el punto suministra 123,8 Voltios, y el consumo de Amperaje que indica la corriente que pasa por el circuito es de 0,8

Amperios, con base en estos resultados se halló el consumo en Watts (ver formula 17) y (ver tabla 10).

Lectura Dispositivo	Consumo Total (Watts * Hora)	Und
Voltaje Real Punto Eléctrico	123,8	Voltios
Consumo Cerrando El Circuito	0,8	Amperios

Tabla 10. Lecturas Multímetro Suministro Energía y Tensión Circuito Recirculando Agua del Acueducto.

$$W = A * V$$

$$W = 0{,}8\ (A) * 123{,}8\ (V)$$

$$\boxed{\text{(Watts) medición Experimental} = 9.904 \quad \text{Watts}}$$

Fórmula 17. Calculo del Consumo Experimental Agua Gris En Watts, Fuente Propia.

25.5.3 Ajuste medición teórica vs experimental.

Después de hallar teórica y experimentalmente cada una de las mediciones, se procedió a encontrar el ajuste entre las dos, promediándolas, (ver formula 18).

$$\text{(Watts) Medición Teórica} = 6.9 \quad \text{Watts}$$

$$\text{(Watts) Medición Experimental} = 9.904 \quad \text{Watts}$$

$$\boxed{\text{Ajuste Medición Teórica vs Medición Experimental} = 8.40 \quad \text{Watts}}$$

Fórmula 18. Ajuste Medición Teórica Vs Experimental.

25.6 Calculo consumo en kwh por (1) descarga abasteciendo con agua del acueducto.

Después de hallar el ajuste de mediciones en Watts, se toma la información de la duración del llenado tanque sanitario del promedio general acumulado de las lecturas realizadas en la etapa experimental con agua del acueducto, este dato se pasa a segundos, después a horas y se multiplica por el consumo en Watts, para tener el valor consumido en una hora, este valor se multiplica por 30 días del mes y se divide en 1000 para convertirlo en KWH, y así hallar el consumo en esa medida (ver formula 19).

Duración Descarga (Min)	=	0.3765	Min
0,37 Min a Segundos	=	37.65	Seg
37.6 Seg a Horas	=	(1 Hora * 37,5 Seg) / 3600 Seg	
Duración Descarga En (Horas)	=	0.0105	
Ajuste Medición Teórica vs Medición Experimental	=	8.40	Watts
Consumo Watts/Hora	=	0.088	
Días en un Mes	=	30	
Consumo Por Mes (Watts/Hora)	=	2.64	(Watts/Hora)
1 KWH	=	1000	Watts
Consumo en KWH	=	0.0026	KWH

Fórmula 19. Calculo Consumo Energía Durante (1) Descarga Aguas Del Acueducto, Fuente Propia.

25.7 Costo durante el llenado del tanque sanitario con agua del acueducto.

A continuación presentara el cálculo del costo del consumo de energía, según el cálculo realizado anteriormente en pesos colombianos, de (1) llenado del tanque del sanitario, abasteciéndolo con agua del acueducto, (ver formula 20).

Consumo En KWH Abasteciendo Con Agua Del Acueducto	=	0.0026	KWH
Costo KWH	=	$ 387	Pesos Colombianos
Consumo en KWH	=	$0.00264	
Valor Mensual Por (1) Descarga Diaria	=	$ 1.021	/ 30 Días
Valor Total Por (1) Descarga	=	$ 0.034	Pesos Colombianos

Fórmula 20. Costo durante el llenado del tanque sanitario con agua del acueducto, Fuente Propia.

Análisis De Resultados.

El consumo final para el caso del uso del sistema convencional es del 0.009 % respecto al valor de 1 KWH, este costo es bajo y durante un mes es un costo sostenible, y a largo plazo el sistema hibrido si es utilizado correctamente no deberá tener mayor gasto, en este sentido.

25.8 Calculo valor consumo energía prototipo recirculación de agua gris tratada durante toda la etapa experimental.

Durante la etapa experimental se llevó el registro de descargas realizadas por el sistema convencional, y el sistema de ahorro con el prototipo, el resultado de estas últimas se multiplica por el valor calculado por descarga abastecida con agua gris y dio como resultado el consumo total de energía por descargas del sistema con agua gris tratada durante el mes de pruebas, (ver tabla 11).

Número Total De Descargas Agua Gris Tratada Con El Prototipo Durante Etapa Experimental	=	199	Cant. Descargas Agua Gris Tratada
Valor Total Por (1) Descarga.	=	$ 1.04	Pesos Colombianos

Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Gris Tratada Durante El Mes de Pruebas	=	$ 207.4	Pesos Colombianos

Tabla 11. Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Gris Tratada Durante El Mes de Pruebas, fuente propia.

Análisis de resultados.

Este resultado demostró que el consumo de energía durante la etapa experimental fue exitoso, pues se logra un gasto muy bajo de dinero en relación al uso del prototipo en modo de ahorro de agua, si estos dos factores son inversamente proporcionales, se lograría encontrar un punto de equilibrio donde se integra la tasa de retorno y la inversión logre reintegrarse.

25.9 Calculo valor consumo energía prototipo recirculación de agua acueducto durante toda la etapa experimental.

El otro factor experimental se llevó el registro de descargas realizadas por el sistema convencional, y el sistema de ahorro con el prototipo, el resultado de estas últimas se multiplica por el valor calculado por descarga abastecida con agua gris y dio como resultado el consumo total de energía por descargas del sistema con agua del acueducto durante el mes de pruebas, (ver tabla 12).

Número Total De Descargas Agua Acueducto Con El Prototipo Durante Etapa Experimental	=	14	Cant. Descargas Acueducto
Valor Total Por (1) Descarga	=	$ 0.034	Pesos Colombianos

Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Acueducto Durante El Mes de Pruebas	=	$ 0.48	Pesos Colombianos

Tabla 12. Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Acueducto Durante El Mes de Pruebas, fuente propia.

Análisis de resultados.

Este infiere que el gasto en el sistema convencional, no fue un factor de riesgo asociado a pérdidas económicas por sobre costos, en una actividad de uso regular. El valor de uso durante la etapa experimental es inferior a $ 1 Peso Colombiano, este aporte favoreció a la tasa de retorno.

25.10 Sumatoria valor consumo energía prototipo recirculación de agua acueducto y aguas grises durante toda la etapa experimental.

A continuación se sumaron los dos consumos de energía generados durante la etapa experimental, para totalizar uno solo.

Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Gris Tratada Durante El Mes de Pruebas	=	$ 207	Pesos Colombianos
Valor Total Consumo Energía Por Descargas Del Sistema Con Agua Potable Durante El Mes de Pruebas	=	$ 0.48	Pesos Colombianos

Valor Total Consumo Energía Durante Toda La Etapa Experimental	=	$ 208	Pesos Colombianos

Tabla 13.Valor Total Consumo Energía Durante Toda La Etapa Experimental, fuente Propia.

Análisis de resultados.

Este valor sigue siendo asertivo para el retorno final de la inversión, ya que demostró un bajo consumo de energía y a un costo muy bajo.

25.11 Calculo costo agua ahorrada durante toda la etapa experimental.

De acuerdo con el resultado de la etapa experimental se ahorraron 1,76 m3 de agua durante el mes y multiplicado por el valor por m3 de agua del acueducto arrojaron el costo en pesos del agua que se ahorró, (ver tabla 14).

Volumen Total En (M3) Ahorrados	=	1.76	M3
Valor M3 Según Recibo Acueducto Calculado	=	$ 3,193	Pesos Colombianos

Costo Total Ahorro Agua Durante Toda La Etapa Experimental	=	$ 5,606	Pesos Colombianos

Tabla 14 Costo Total Ahorro Agua Durante Toda La Etapa Experimental, Fuente Propia.

Análisis de resultados.

El costo ahorrado es un crédito que abona en un porcentaje a la tasa de recuperación de la inversión inicial.

25.12 diferencia de costos consumo energía vs ahorro agua.

En la siguiente tabla se halló diferencia entre lo ahorrado en agua en pesos colombianos Vs. el gasto en pesos colombianos de energía eléctrica (ver tabla 15).

Valor Total Ahorro Agua Durante Toda La Etapa Experimental	=	$ 5,606	Pesos Colombianos
Valor Total Consumo Energía Durante Toda La Etapa Experimental	=	$ 208	Pesos Colombianos

Diferencia De Costos Consumo Energía Vs Ahorro Agua	=	$ 5,398	Pesos Colombianos

Tabla 15. Diferencia de costos consumo energía vs ahorro agua, fuente propia.

Análisis de resultados.

La diferencia entre esta primera ganancia y el costo de la misma, es del 3,7 % de pérdida, esto representa que los costos iniciales no afectaron en gran manera el valor final, importante para % de recuperación y la TIR.

25.13 Costos operativos mensuales prototipo para recirculación agua gris.

Para Operación del sistema se deben contemplar unos costos operativos, que se deben prorratear mensualmente para analizar su porcentaje de inferencia en el costo general, dentro de estos se integraron los elementos usados en el filtro para cambio 1 vez al año, y las 2 piedras de sulfato de alumbre que se utilizan al mes, (ver tabla 16).

Descripción Insumo	Und	Vlr Unit (Prorrateo Mensual)	Cant	Vlr Unit	Moneda
Piedra De Alumbre	Und	$ 600	2.0	$ 1,200	Pesos Colombianos
Carbón Activo Cambio Anual Vlr Total ($3.000)	Und	$ 250	1.0	$ 250	Pesos Colombianos
Grava Fina Cambio Anual Vlr Total ($1000)	Kilo	$ 83	1.0	$ 83	Pesos Colombianos
Grava Gruesa Cambio Anual Vlr Total ($1500)	Kilo	$ 125	1.0	$ 125	Pesos Colombianos
TOTAL COSTOS OPERATIVOS MENSUALES				$ 1,658	Pesos Colombianos

Tabla 16, Costos Operativos Mensuales Prototipo Para Recirculación Agua Gris, Fuente Propia.

Análisis de resultados.

Este factor mensual es un porcentaje que afecta directamente el presupuesto, en un 30% y aumenta el % de recuperación y la TIR. Debido a lo analizado durante la etapa experimental, son costos fijos que no se pueden modificar, pues el tratamiento de aguas es una actividad crítica.

25.14 Diferencia ahorro por consumo experimental mensual generado vs costos operativos mensuales

Se presentaron los costos operativos mensuales, menos el ahorro por consumo experimental generado para lograr el dato final de ahorro logrado (Ver Tabla 17).

Ahorro Por Consumo Experimental Mensual Generado	=	$ 5,398	Pesos Colombianos
Costos Operativos Mensuales	=	$ 1,658	Pesos Colombianos

VALOR TOTAL AHORRADO EN COSTOS MENSUAL	$ 3,740	Pesos Colombianos

Tabla 17. Valor Total Ahorrado En Costos Mensual, Fuente Propia.

Análisis de resultados.

Como se analizó en el punto anterior los costos operativos mensuales son los que afectan el presupuesto de ahorro programado para tener una tasa de retorno más cercana, aunque no se pierda la misma si aumento este tiempo de recuperación.

25.15 Tasa interna de retorno y porcentaje anual de recuperación.

Con base en todos los resultados analizados se determinaron la tasa interna de retorno y porcentaje anual de recuperación, estos indicadores enseñaran el tiempo que demorara la inversión en verse nuevamente de regreso(ver tabla 18).

% P.R.A			
PORCENTAJE ANUAL DE RECUPERACION	=	0.008	% P.R.A
% P.R.M			
PORCENTAJE MENSUAL DE RECUPERACION	=	0.097	% P.R.M
TASA INTERNA DE RETORNO MESES			
RECUPERACION TOTAL DE LA INVERSION EN MESES	=	123.6	MESES
TASA INTERNA DE RETORNO TOTAL AÑOS			
RECUPERACION TOTAL DE LA INVERSION EN AÑOS	=	10.3	AÑOS

Tabla 18. Tasa interna de retorno y porcentaje anual de recuperación, fuente propia.

Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo analizar que el porcentaje de recuperación anual del 0,008 y mensual del 0,097 es un % de recuperación lento, pero segura y que a futuro reintegrara la inversión inicial.

La tasa de retorno en meses muestra una cifra elevada en tiempo real, al igual que la consolidación en años, en este tipo de inversión la ganancia será fija, pues no hay variables que aumente este valor, así que esta tasa será fija por 10 años, 3 meses y 6 días, momento en que la inversión estará con 100% de retorno.

26. ANÁLISIS DE RESULTADOS TRATAMIENTO DE AGUAS.

Durante la etapa experimental se realizaron semanalmente muestreos para determinar el PH de cada uno de los procesos de tratamiento que recibía el agua, desde la entrega de agua potable del acueducto, hasta la entrega al sanitario para su disposición final, a continuación se muestra cada uno de los procesos analizados:

1. Agua potable.
2. Agua jabonosa preparada.
3. Agua antes del filtro sin potasio de alumbre.
4. Agua después del filtro sin potasio alumbre.
5. Agua antes del filtro y con potasio alumbre, 12 horas después aplicado.
6. Agua tratada después del filtro, 12 horas después aplicado.
7. Agua con pato tanque.

Para esta medición, se utilizaron los siguientes pH Metros, debidamente calibrados y de marcas reconocidas en el mercado de los laboratorios, (Ver Tabla 19)

	Marca: Schott Instruments. Referencia: Lab860 Fecha Ultima Calibracion = 2 de Julio de 2016
	Marca: Thermo Scientific Referencia: ORION STAR A211 Fecha Ultima Calibracion: 10 de Junio de 2016
	Marca: Thermo Scientific Referencia: ORION STAR s232 Fecha Ultima Calibracion: 15de Agosto de 2016

Tabla 19 Equipos Utilizados para hallar el PH.

El parámetro considerado en estas mediciones, fue el existente en la escala de pH (ver figura 88), este ayudo a clasificar el estado de acidez en el que se encontraba el agua, después de hacer algún tratamiento.

Figura 88. Escala pH, fuente google Imágenes.

26.1 Agua potable.

Descripción Muestreo:

Para el proceso de comparación, se debía conocer el agua inicial proporcionada por el acueducto, esta muestra se realizó semanalmente durante todo el proceso tomando muestras del punto hidráulico de la ducha en una botella plástica debidamente lavada de 250 cm3 y se llevaba al laboratorio para analizar su PH (ver figura 89).

Figura 89. Medición experimental PH agua potable en el laboratorio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua, se realizaron los muestreos semanalmente para tener un concepto más cercano (ver tabla 20), luego de registrar las mediciones se registraron los datos en la ficha de resultados (ver tabla 21), para determinar las conclusiones.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	01/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/5/16)	6.5
2	02/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc. ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	6.25
3	09/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.45
4	11/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/5/16)	6.05
5	18/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	6.09
6	25/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.8
7	02/10/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/5/16)	6.6
				Promedio PH	6.39

Tabla 20. Banco de muestras PH agua potable.

Ficha De Resultados Muestreo Nº1	**Agua Potable Suministrada Por El Acueducto.**
Punto de Captación Muestra	Punto Hidráulico Ducha
Frecuencia Muestreo	Semanal
Color Mayo	**Incolora**
PH Promedio Acumulado	6.39
Olor	Neutro
Evidencia visual Solidos	No

Tabla 21. Datos Asociados Muestreo Nº1

26.2 Agua jabonosa preparada.

Descripción Muestreo:

Se preparó una mezcla disuelta de jabón corporal y Shampoo para un Total de 100 cm3, en un recipiente con 900 cm3 de agua, este resultado se realiza para determinar el PH para agua jabonosa sin contacto humano, (ver figura 90).

Figura 90. Medición experimental PH agua jabonosa en el laboratorio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua jabonosa, se realizaron los muestreos una única vez, realizando la medición en los (3) tres equipos para obtener un valor promedio, este se asumió para toda la etapa experimental como conversión de agua potable en jabonosa. Estas mediciones se registraron en el banco de pruebas (ver tabla 22), y en la ficha de resultados (ver tabla 23), para determinar las conclusiones.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	30/08/2016	250 cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	9.8
2	30/08/2016	250 cm3	1	Thermo Sc. ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	9.78
3	30/08/2016	250 cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	9.77
				Promedio PH	9.78

Tabla 22. Banco de pruebas, PH agua jabonosa.

Ficha De Resultados Muestreo Nº2	**Agua Gris Jabonosa**
Punto de Muestreo	Recipiente de 900cm3
Fecha Inicio Muestreo	01/09/2016
Fecha Finalización Muestreo	01/09/2016
Color	**Blanco**
PH	9.78
Olor	Jabón
Evidencia visual Solidos	Agua Jabonosa con Espuma.

Tabla 23. Ficha De Resultados Muestreo Nº2

Análisis de Resultados

De lo anterior se pudo inferir que el cambio de ***Agua Potable*** de un PH promedio de ***6.39*** y el ***Agua Jabonosa*** con un pH Promedio de ***9,78*** es una alteración alta, que cambio en (+3.39) puntos el pH, de igual forma el color y olor adquieren características que lo alejaron de la caracterización inicial.

26.3 Agua antes del filtro sin potasio de alumbre.

Descripción Muestreo:

Para el muestreo, se tomaban 250 cm3 de la poceta de captación de la ducha en un punto donde aún no hubiera pasado por el filtro de carbón y grava y sin aun aplicarle alumbre de potasio, esta agua jabonosa con grasas y fluidos corporales, se captaba en una botella plástica debidamente lavada de 250 cm3 y se llevaba al laboratorio para analizar su PH. (ver figura 91).

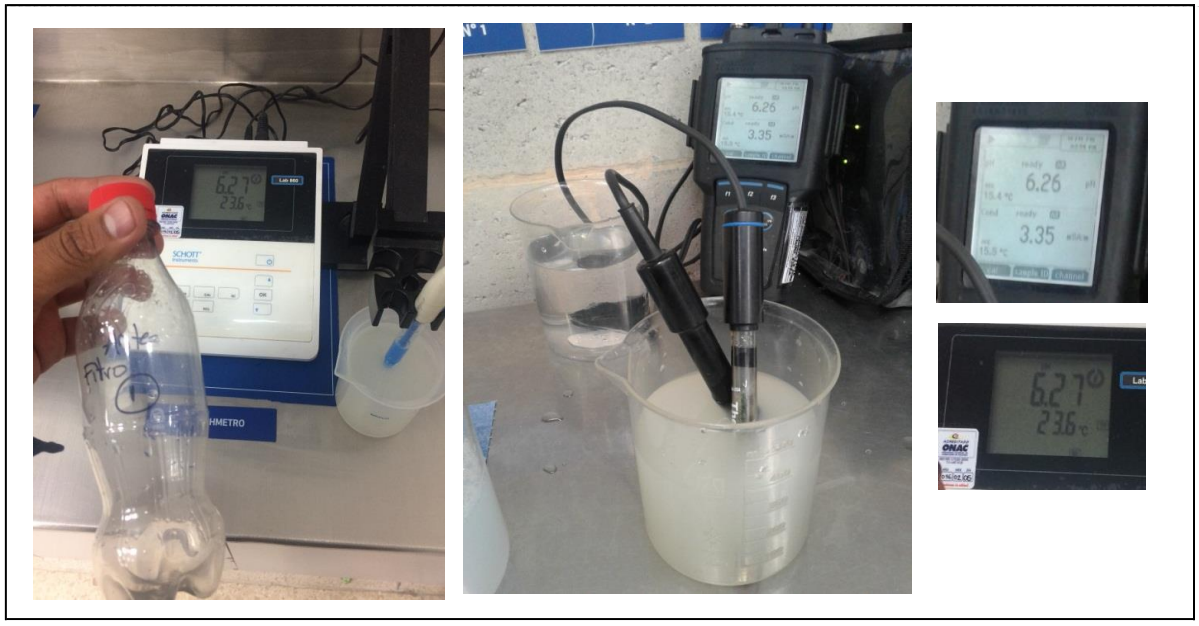


Figura 91. Medición experimental PH agua antes del filtro sin potasio de alumbre en el laboratorio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua antes del filtro sin potasio de alumbre, se realizaron los muestreos semanalmente, rotando las mediciones en los (3) tres equipos para obtener un valor promedio, Estas mediciones se registraron en el banco de datos (ver tabla 24), y en la ficha de resultados (ver tabla 25), para determinar las conclusiones.

Tabla 24.

Banco de pruebas, PH agua antes del filtro sin potasio de alumbre, fuente propia.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	09/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.1
2	11/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	6.3
3	18/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	6.2
4	25/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.13
5	02/10/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	6.35
				Promedio PH	6.22

Tabla 25.

Ficha de resultados muestreo Nº3, fuente propia.

Ficha De Resultados Muestreo Nº3	**AGUA ANTES DEL FILTRO SIN POTASIO DE ALUMBRE.**	
Punto de Muestreo	Poceta Captación antes del filtro	
Fecha Inicio Muestreo	viernes, 09 de septiembre de 2016	
Fecha Finalización Muestreo	domingo, 11 de septiembre de 2016	
Hora Muestreo	6:00 AM	
Color	**Blanco**	**Grisáceo**
PH	6.22	
Olor	Jabón, y olores saturados material en descomposición.	
Evidencia visual Solidos	Si	

Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo inferir que el cambio en el ***Agua Jabonosa*** con un PH Promedio de ***9,78*** y el ***Agua Antes Del Filtro Sin Potasio De Alumbre*** con un PH promedio de ***6.22*** es una alteración alta, que cambio en (-3.57) puntos el PH, esto represento que el agua de ligeramente básica, paso a estar en el rango de neutra en pH, aunque se encuentre en este rango no significa que el agua es potable, pues debido a la acidez de las grasas corporales y fluidos como la orina y saliva que contienen un pH acido, generaron que el pH, bajara considerablemente de igual forma el color y olor cambian pues el agua se torna más espesa y el olor se siente como material en descomposición, a continuación se ve el estado del agua al momento de realizar la captación de la poceta (ver imagen 92).

Figura 92. Poceta de captación ducha, al momento de tomar el Muestreo Nº3, fuente propia.

26.4 Agua después del filtro sin potasio alumbre.

Descripción Muestreo:

Para el muestreo, se tomaban 250 cm3 de la poceta de captación de la ducha, en la zona donde ya había pasado por el filtro de carbón y grava, pero no se le aplicaba el alumbre de potasio, esta agua jabonosa se captaba en una botella plástica debidamente lavada de 250 cm3 y se llevaba al laboratorio para analizar su pH (ver figura 93).

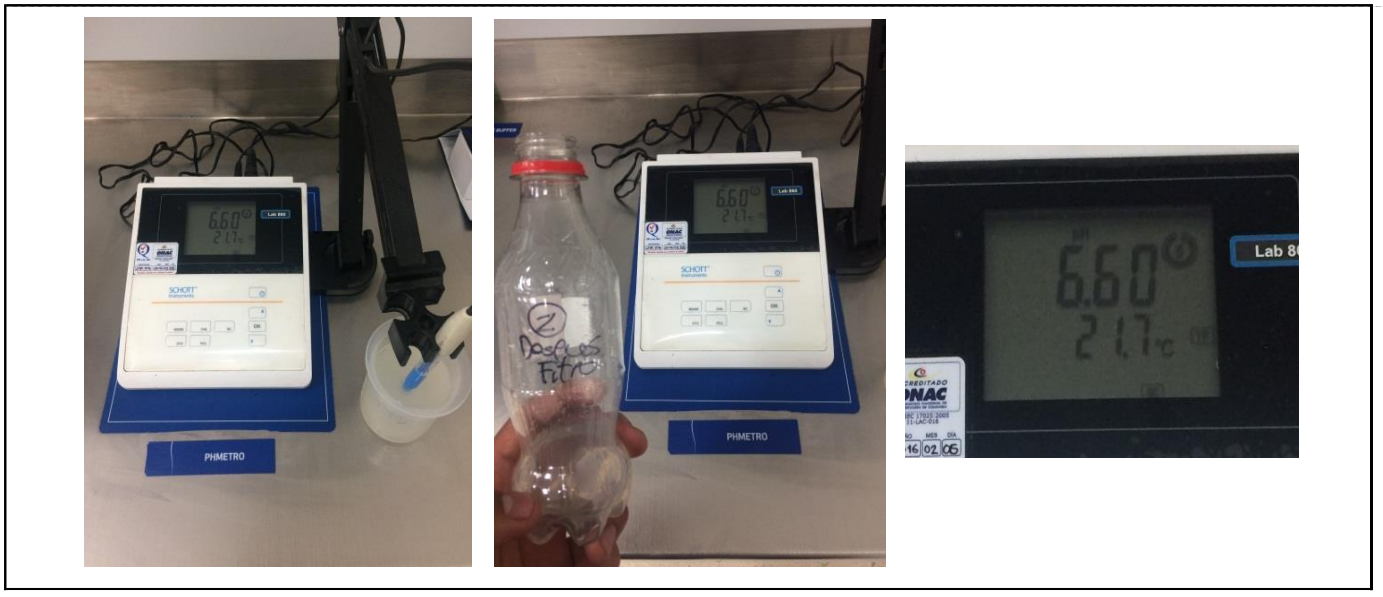


Figura 93. Medición experimental pH del agua después del filtro sin potasio alumbre, fuente Propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua después del filtro sin potasio alumbre, se realizaron los muestreos semanalmente, rotando las mediciones en los (3) tres equipos para obtener un valor promedio, Estas mediciones se registraron en el banco de datos (ver tabla 26), y en la ficha de resultados (ver tabla 27), para determinar las conclusiones.

Tabla 26.

Banco de pruebas, agua después del filtro sin potasio alumbre, fuente propia.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	09/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.59
2	11/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	6.75
3	18/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	6.89
4	25/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	6.9
5	02/10/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	6.68
				Promedio PH	6.76

Tabla 27. Ficha de resultados muestreo Nº4, fuente propia.

Ficha De Resultados Muestreo Nº4	**AGUA DESPUÉS DEL FILTRO SIN POTASIO ALUMBRE,**
Punto de Muestreo	Poceta Captación después del filtro
Fecha Inicio Muestreo	viernes, 09 de septiembre de 2016
Fecha Finalización Muestreo	domingo, 11 de septiembre de 2016
Hora Muestreo	6:05 AM
Color	**Gris Claro**
PH	6.76
Olor	Bajo a Jabón
Evidencia visual Solidos	No

Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo inferir que el cambio en el ***Agua Antes Del Filtro Sin Potasio De Alumbre*** con un pH Promedio de 6.22 y el ***Agua Después Del Filtro Sin Potasio Alumbre,*** con un PH promedio de 6,76 es una alteración baja, que cambio en (+ 0,55) puntos el PH, esto represento que el agua se mantuvo en el rango de neutra, pero aunque se encuentre en este rango no significa que el agua es potable, pues debido a la acidez de las grasas corporales y fluidos como la orina y saliva que contienen un pH acido, igual que la anterior, el paso por el filtro retuvo sólidos, y agrego minerales que incrementaron el pH, de igual forma el color, se ve menos blanco y el olor a material en descomposición baja, el agua se evidencia menos espesa, a continuación se ve el estado del agua al momento de realizar la captación de la poceta (ver figura 94).

Figura 94, Poceta de captación ducha, al momento de tomar el Muestreo Nº4, fuente propia.

26.5 Agua antes del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre.

Descripción:

Para el muestreo, se le añadían a la poceta los 12,5 gramos de potasio de alumbre, y se dejaban actuar por 12 horas, luego se sacaban 250 cm3 de la poceta de captación de la ducha en un punto donde aún no hubiera pasado por el filtro de carbón y grava, se captaba en una botella plástica debidamente lavada de 250 cm3 y se llevaba al laboratorio para analizar su pH (ver Figura 95).

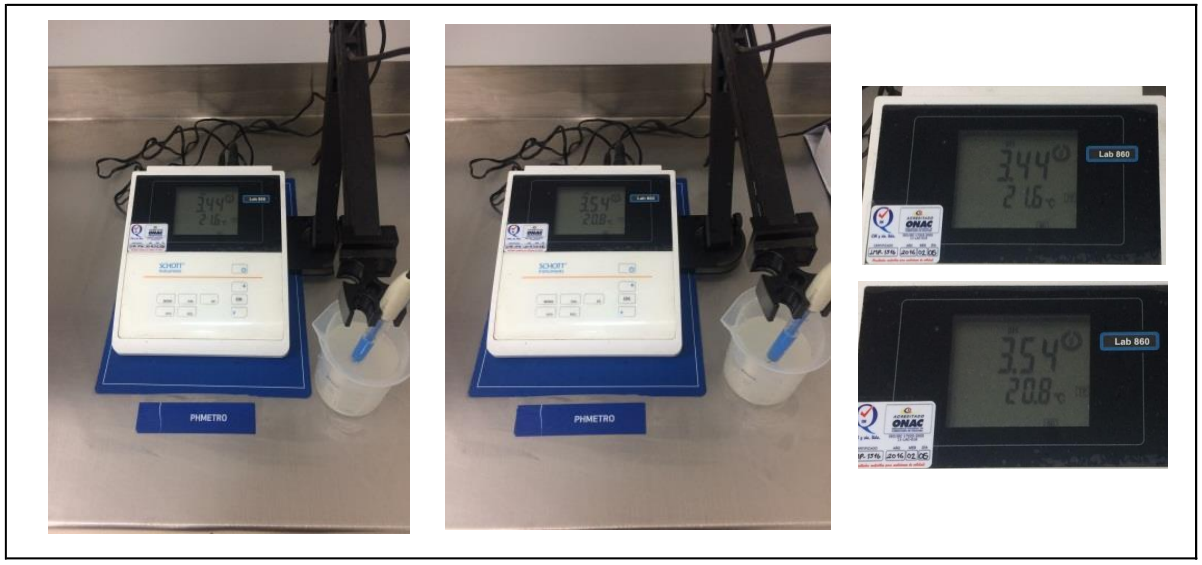


Figura 95. Medición experimental pH del agua antes del filtro 12 horas después aplicado el potasio alumbre, fuente propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua antes del filtro 12 horas después aplicado el potasio alumbre, se realizaron los muestreos semanalmente, rotando las mediciones en los (3) tres equipos para obtener un valor promedio, estas mediciones se registraron en el banco de datos (ver tabla 28), y en la ficha de resultados (ver tabla 29), para determinar las conclusiones.

Tabla 28. Banco de pruebas agua antes del filtro 12 horas después aplicadas el potasio alumbre, fuente propia.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	09/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	3.45
2	11/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	3.38
3	18/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	3.54
4	25/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	3.5
5	02/10/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	3.15
				Promedio PH	3.40

Tabla 29. Ficha de resultados muestreo Nº4, fuente propia.

Ficha De Resultados Muestreo Nº5	**AGUA ANTES DEL FILTRO, 12 HORAS DESPUÉS APLICADO EL POTASIO ALUMBRE**
Punto de Muestreo	Poceta Captación después del filtro
Fecha Inicio Muestreo	viernes, 09 de septiembre de 2016
Fecha Finalización Muestreo	domingo, 11 de septiembre de 2016
Hora Muestreo	18:05 PM
Color	**INCOLORO CON MANCHAS BLANCAS DE SOLIDOS EN EL FONDO**
PH	3.40
Olor	Bajo a Jabón
Evidencia visual Solidos	No

Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo inferir que el cambio en el ***Agua Antes Del Filtro Sin Potasio De Alumbre*** con un pH Promedio de 6.76 y el ***Agua Después Del Filtro Sin Potasio Alumbre,*** con un PH promedio de 3.40 es una alteración alta, que cambio en (-3.36) puntos el PH, esto represento que el agua se bajó del rango de neutra a moderadamente acida, la acidez que transmite el potasio de alumbre es alto al momento de realizar la floculación, se evidencio en la poceta el asentamiento de los sólidos y la separación del agua, el agua superior era incolora a continuación se ve el estado del agua al momento de realizar la captación de la poceta (ver figura 96).

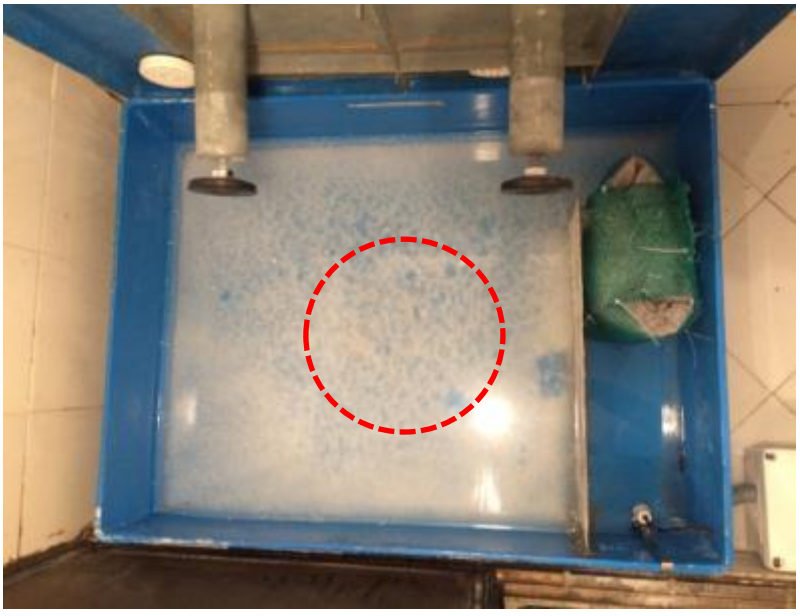


Figura 96. Poceta de captación ducha, al momento de tomar el Muestreo Nº5, fuente propia.

26.6 Agua tratada después del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre.

Descripción Muestreo:

Para la toma de este muestreo, se le añadían a la poceta los 12,5 gramos de potasio de alumbre, y se dejaban actuar por 12 horas, luego se sacaban 250 cm3 de la poceta de captación de la ducha en un punto donde ya hubiera pasado por el filtro de carbón y grava, se captaba en una botella plástica debidamente lavada de 250 cm3 y se llevaba al laboratorio para analizar su PH. (ver Figura 97).

Figura 97. Medición experimental pH del agua tratada después del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua después del filtro 12 horas después aplicado el potasio alumbre, se realizaron los muestreos semanalmente, rotando las mediciones en los (3) tres equipos para obtener un valor promedio, estas mediciones se registraron en el banco de datos (ver tabla 30), y en la ficha de resultados (ver tabla 31), para determinar las conclusiones.

Tabla 30. Banco de pruebas agua tratada después del filtro, 12 horas después aplicado el potasio alumbre, fuente propia.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	09/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	5.13
2	11/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	4.98
3	18/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	4.98
4	25/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc.ORION STAR S232(F.CALIB= 15/8/16)	5.08
5	02/10/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	5.19
				Promedio PH	5.07

Tabla 31. Ficha De Resultados Muestreo Nº6, fuente propia.

Ficha De Resultados Muestreo Nº6	**AGUA TRATADA DESPUÉS DEL FILTRO, 12 HORAS DESPUÉS APLICADO EL POTASIO ALUMBRE.**
Punto de Muestreo	Poceta Captación después del filtro
Fecha Inicio Muestreo	viernes, 09 de septiembre de 2016
Fecha Finalización Muestreo	domingo, 11 de septiembre de 2016
Hora Muestreo	6:05 AM
Color	**INCOLORO**
PH	5.07
Olor	Bajo a Jabón
Evidencia visual Solidos	No

Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo inferir que el cambio en el ***Agua Antes Del Filtro Con Potasio Alumbre*** con un pH Promedio de 3.40 y el ***Agua Después Del Filtro Con Potasio Alumbre,*** con un PH promedio de 5,07 es una alteración alta, que cambio en (+ 1,67) puntos el PH, esto represento que el agua de moderadamente acida, subió a ligeramente acida , pues el filtro aumenta las propiedades del agua entregando minerales y reteniendo sólidos, por otra parte la separación del agua realizada en el proceso anterior asegura un agua incolora, entregando al tanque del agua del sanitario un agua casi " destilada" a continuación se ve el estado del agua al momento de realizar la captación de la poceta (ver figura 98).

Figura 98. Poceta de captación ducha, al momento de tomar el Muestreo Nº6, fuente propia.

26.7 Agua Con Pato Tanque.

Descripción Muestreo:

Durante los 2 primeros días de etapa experimental, el tratamiento se realizó con pato tanque, por tal razón se tomaron las muestras del mismo para determinar su PH (ver Figura 78) y el tratamiento que realizaba, la captación este se tomó de un punto cualquiera de la poceta llenando una botella de 250 cm3, ver figura 99.

Figura 99. Medición experimental pH del agua con pato tanque

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición experimental, en el caso del agua con pato tanque, se realizaron 2 muestreos para determinar el cambio en el agua captada, estas mediciones se registraron en el banco de datos (ver tabla 32), y en la ficha de resultados (ver tabla 33), para determinar las conclusiones.

Tabla 32. Banco de pruebas agua con pato tanque, fuente propia.

Nº	Fecha Muestreo	Volumen Muestra	# Pruebas	Marca Equipo Utilizado	Resultado del PH Metro
1	01/09/2016	250cm3	1	Schott Instrum. Lab860 (F.CALIB= 2/7/16)	6.25
2	01/09/2016	250cm3	1	Thermo Sc. ORION STAR A211(F.CALIB= 10/6/16)	6.32
				Promedio PH	6.29

Tabla 33. Ficha de resultados muestreo Nº7, fuente propia

Ficha De Resultados Muestreo Nº7	**AGUA CON PATO TANQUE**
Punto de Muestreo	Poceta Captación después del filtro
Fecha Inicio Muestreo	jueves, 01 de septiembre de 2016
Fecha Finalización Muestreo	jueves, 01 de septiembre de 2016
Hora Muestreo	6:00 AM
Color	**Azul Cielo**
PH	6.29
Olor	Concentrado a Jabón
Evidencia visual Solidos	Si

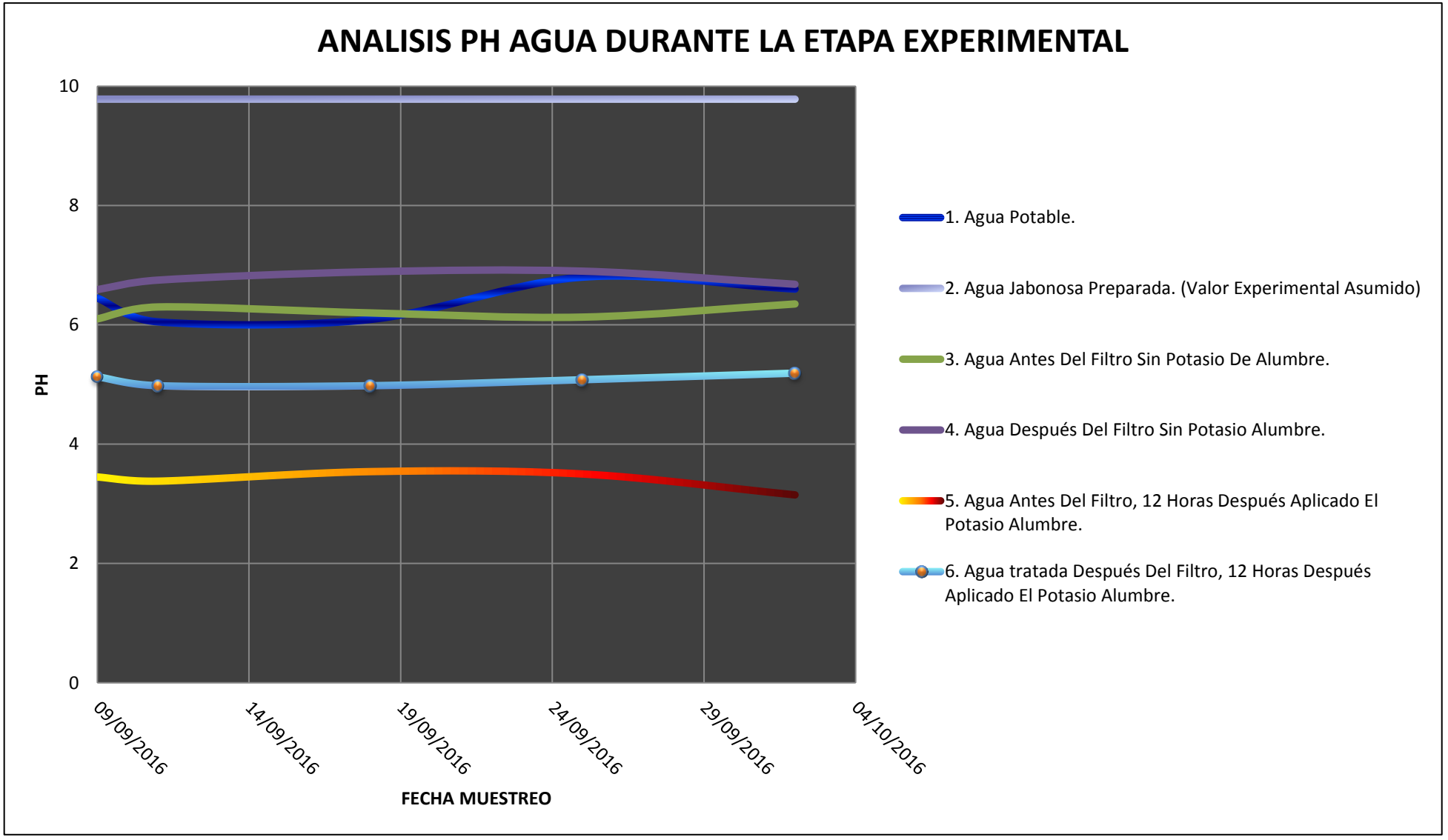
Análisis de resultados.

De lo anterior se pudo inferir que el cambio en el ***Agua Potable*** con un pH Promedio de 6,39 y el ***Agua Con Pato Tanque,*** con un PH promedio 6,29 es una alteración alta, que cambio en (-0,37) puntos el PH, esto represento que el agua de no sufrió mayores cambios en el pH, y en esa etapa experimental aún no se colocaba filtro, así que esta opción de tratamiento de aguas quedo descartada.

27 COMPORTAMIENTO DEL AGUA.

Durante la etapa experimental como se evidencia en el punto anterior, se analizaron los valores recolectados y se integraron en las siguientes gráficas, en la primera se puede observar el comportamiento separado de cada proceso de tratamiento de agua durante el tiempo experimental (ver grafica 2), en la segunda se puede observar la curva general del comportamiento del agua durante el todo el proceso de captación, tratamiento de aguas grises y entrega para disposición final (ver grafica 3).

Grafica 2 Análisis pH Agua durante la etapa experimental por cada proceso, fuente propia.



Análisis de resultados.

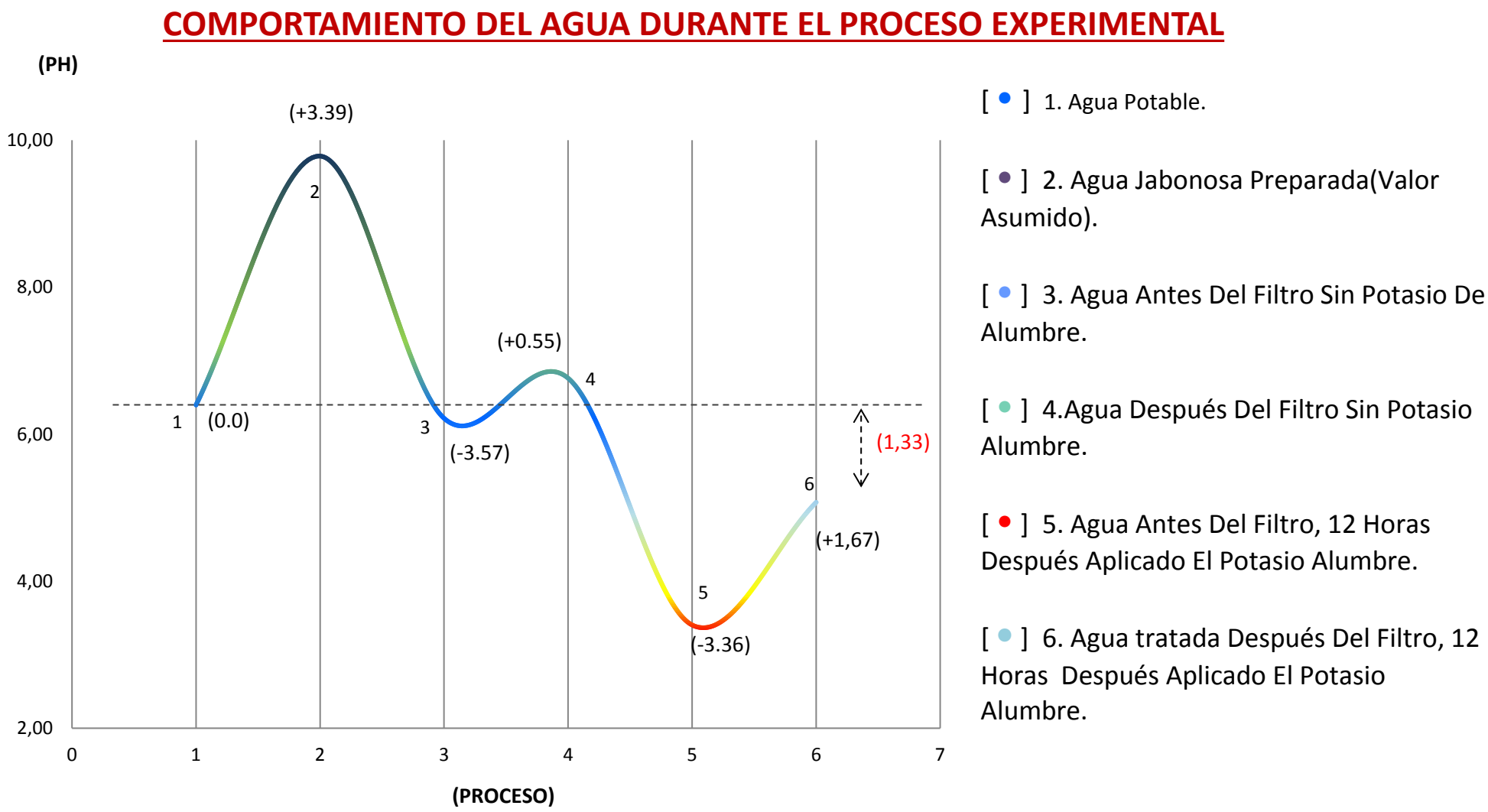
- En el marco de la etapa de mediciones, cada proceso presento un comportamiento estable, respecto a las mediciones independientes se hará un análisis a continuación:

- Durante el tiempo experimental, el agua potable oscilo en rangos de pH de 6,05 a 6,6 su cresta inferior respecto al punto más alto fue del 8 %, este comportamiento era externo, pero es importante conocerlo para tener certeza de los cambios que acontecieron en cada etapa de cambio.
- Los cambios que tuvo el agua sin tratamiento floculante oscilan por el margen del agua potable, estos rangos no indican potabilidad en este caso, demuestran una estabilidad relativa del 4% en cada caso, ya que el agua asimilaba por los distintos componentes que la formaban no encontraba un componente que le proporcionara una reacción para variar este pH.

- Mediante el proceso de floculación generado por el potasio de alumbre, se logra evidenciar el cambio abrupto que recibe el agua gris, como se evidencia la curva número 3 de la gráfica, este cambio reduce el pH a un nivel de acidez bajo e internamente en el proceso experimental el cambio entre este nivel bajo es del 11%, lo que muestra una frecuencia no constante.

- En el paso por el filtro final el agua logra una variación durante la etapa experimental, del 4% es estable para el agua y el proceso final de entrega al tanque del sanitario, pues es la mitad de la variación frecuente en el agua potable del acuesto y garantiza un funcionamiento óptimo, siempre y cuando el proceso de floculación logre su objetivo.

Grafica 3. Análisis pH Agua durante la etapa experimental, fuente propia.



Análisis de resultados.

El comportamiento grafica 3, muestra que el agua desde su aforo en el punto hidráulico de la ducha tiene oscilaciones al momento de mezclar el agua potable con jabón, la cresta aumenta (+3,39) puntos en el pH, debido a la composición del jabón, el proceso continua y decrece el pH, (-3.57) puntos, esto debido a la mezcla de grasa del cuerpo y fluidos corporales como la orina y la saliva, de este punto el agua pasa por el filtro de carbón y grava, recuperando propiedades minerales que suben el nivel del agua (+0,55), posteriormente se aplica a esta agua el potasio de alumbre lo que hace que el agua pierda composición mineral y orgánica por la floculación reduciendo el pH en (- 3,36) puntos, y finalmente al pasar por el filtro 12 horas después se obtiene una ganancia en (+1,67) puntos de pH. *asdas*

28 **CONCLUSIONES**.

- El prototipo experimentado funciono satisfactoriamente, cumplió las expectativas de ser un sistema capaz de generar ahorro de agua a un bajo costo respecto al consumo eléctrico.
- El prototipo se logró adaptar como un sistema que almaceno aguas grises de la ducha, les genero un tratamiento y les dio un uso final, generando así uno de los objetivos propuestos.
- El montaje en la vivienda o genero daños a la estructura ni afectaciones hidráulicas, no existió queja alguna de los vecinos por el uso del prototipo.
- El prototipo es viable aunque tiene una tasa de retorno elevada, generando un ahorro de 1,6 m3 de agua y en pesos colombianos $ 3,740, fuera de todos los costos operativos, esto representa el 0.86 % de la inversión total en el dispositivo.
- Respecto al prototipo comercial referenciado que utilizar procesos similares, se logró un ahorro del 45,6% en costos totales.
- El protipo demostró un proceso limpio de tratamiento de aguas grises, tratándolas de una manera sencilla y a bajo costo que entrega un agua destilada para uso en el sanitario y que no genere daños en la salud del usuario.
- La automatización del protipo fue un éxito, el proceso recirculación de aguas no requiere intervención de mano humana, únicamente en el proceso de tratamiento de aguas, cuando se hace necesario aplicar minerales que floculen sólidos.
- La elección de materiales para dar una resistencia óptima en cada proceso fue correcta, durante la etapa experimental, no se sufrió ningún percance ni accidente por los usuarios.
- El sistema conductor e impulsor no genero fugas durante el proceso experimental, y el manejo de las presiones de agua potable.

- Aunque el sistema generaba el llenado del tanque del sanitario en más tiempo que el convencional, el consumo de energía era mínimo, y se mantuvo en el 3% respecto a lo ahorrado en costos de agua potable.
- El aporte al medio ambiente durante este mes de etapa experimental fue muy importante, pues se reutilizo agua suficiente para abastecer 23 bogotanos por 1 día, según estadísticas del tiempo y la alcaldía de Bogotá.
- La estructura de la poceta de captación de la ducha, demostró que tiene capacidad para que 2 personas se bañen al tiempo, en promedio resiste de 160 a 200 Kilos.
- El filtro u tamiz instalado, por más que pasen solidos no permite que lleguen al sanitariom si las rejillas de la tapa de la poceta fallan, pues el tratamiento del agua retiene estos sólidos y los flocula o contiene en las cribas de minerales.
- El potasio usado no presenta riesgos para la salud humana, comprado con el cloro que es un químico pesado para el uso, según las hojas de seguridad de cada uno.

29. RECOMENDACIONES.

- El prototipo en la poceta de la ducha llega a ser algo invasivo, si a futuro se desea continuar con esta investigación, es importante evaluar ese punto para que no genere tanto impacto visual.

- Cuando la poceta está llena, y los rebosaderos entran a trabajar el sifón de la ducha tiene a colapsar, por la estructura que tiene encima, así que la poceta tiende a llenarse, es bueno tener presente ese punto en una futura investigación.

- Si una persona sufre de problemas respiratorios, la elevación que genera la poceta lo deje cerca de los vapores del agua caliente que por peso suben al techo del baño, y puede sentirse ahogado, esto le sucedía a uno de los usuarios.

- Las primeras descargas después de usar la ducha, antes de que actué el proceso de floculación a las 6 horas, llenan el tanque con agua de color gris claro, el filtro retiene sólidos, aumenta unos puntos el pH y baja el olor, pero el aspecto visual, no es tan agradable.

- La bomba de succión genera un ruido por el movimiento del motor, que al principio es un poco molesto, pero con el paso de los días se familiariza.

30. ANEXOS.

Anexo 1. Hoja de seguridad cloro, fuente Comité Internacional de Expertos del IPCS

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORO — **ICSC: 0126** Marzo 2009

CAS:	7782-50-5
RTECS:	FO2100000
NU:	1017
CE Índice Anexo I:	017-001-00-7
CE / EINECS:	231-959-5

Cl_2
Masa molecular: 70.9

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión.	NO poner en contacto con materiales incompatibles (ver Peligros Químicos).	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (ver Peligros Químicos).	NO poner en contacto con materiales incompatibles (ver Peligros Químicos).	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Tos. Dolor de garganta. Jadeo. Sibilancia. Dificultad respiratoria. Síntomas no inmediatos (ver Notas).	Protección respiratoria. Sistema cerrado y ventilación.	Aire limpio y reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica. Respiración artificial si estuviera indicada. Ver Notas.
Piel	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Enrojecimiento. Sensación de quemazón. Dolor. Quemaduras cutáneas.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante durante 15 minutos como mínimo, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Lacrimógeno. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras.	Pantalla facial y protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
¡Evacuar la zona de peligro! Consultar a un experto. Protección personal: traje hermético de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. Cerrar la botella, si es posible; aislar y ventilar el área hasta que el gas se disperse. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.	Botella especial con aislamiento. Contaminante marino. Clasificación UE Símbolo: T, N R: 23-36/37/38-50 S: (1/2-)9-45-61 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios de las NU: 8 Clasificación GHS Peligro Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta. Mortal si se inhala el gas. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria. Puede causar daños en los pulmones en caso de una exposición prolongada o repetida, si es inhalado. Muy tóxico para los organismos acuáticos.

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H4; F0; R0; OX	A prueba de incendio, si está en local cerrado. Medidas para contener el efluente de extinción de incendios. Separado de alimentos y piensos (Ver Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009

IPCS International Programme on Chemical Safety
WHO UNEP

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORO — ICSC: 0126

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO
Gas licuado en estado comprimido, de color entre verde y amarillo, y de olor acre.

PELIGROS FÍSICOS
El gas es más denso que el aire.

PELIGROS QUÍMICOS
La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia reacciona con la mayoría de los compuestos orgánicos e inorgánicos, causando peligro de incendio y explosión. Ataca a los metales, algunos tipos de plásticos, caucho y revestimientos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN
TLV: 0.5 ppm como TWA, 1 ppm como STEL; A4 (no clasificable como cancerígeno humano); (ACGIH 2009).
LEP UE: 0.5 ppm, 1.5 mg/m³ como STEL (EU 2006).

VÍAS DE EXPOSICIÓN
Efectos locales graves

RIESGO DE INHALACIÓN
Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN
Lacrimógeno. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La inhalación puede originar reacciones asmáticas, neumonitis y edema pulmonar, pero sólo tras producirse los efectos corrosivos iniciales en los ojos o las vías respiratorias. (Ver Notas). La exposición puede producir la muerte.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA
La sustancia puede afectar al tracto respiratorio y a los pulmones, dando lugar a inflamaciones crónicas y alteraciones funcionales. La sustancia puede afectar a los dientes, dando lugar a erosión dental.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: -34°C
Punto de fusión: -101°C
Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.7
Presión de vapor, kPa a 20°C: 673
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.5

DATOS AMBIENTALES

La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.

NOTAS

Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. La alerta por el olor cuando se supera el límite de exposición es insuficiente. NO utilizar cerca de un fuego, de una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.

INFORMACIÓN ADICIONAL

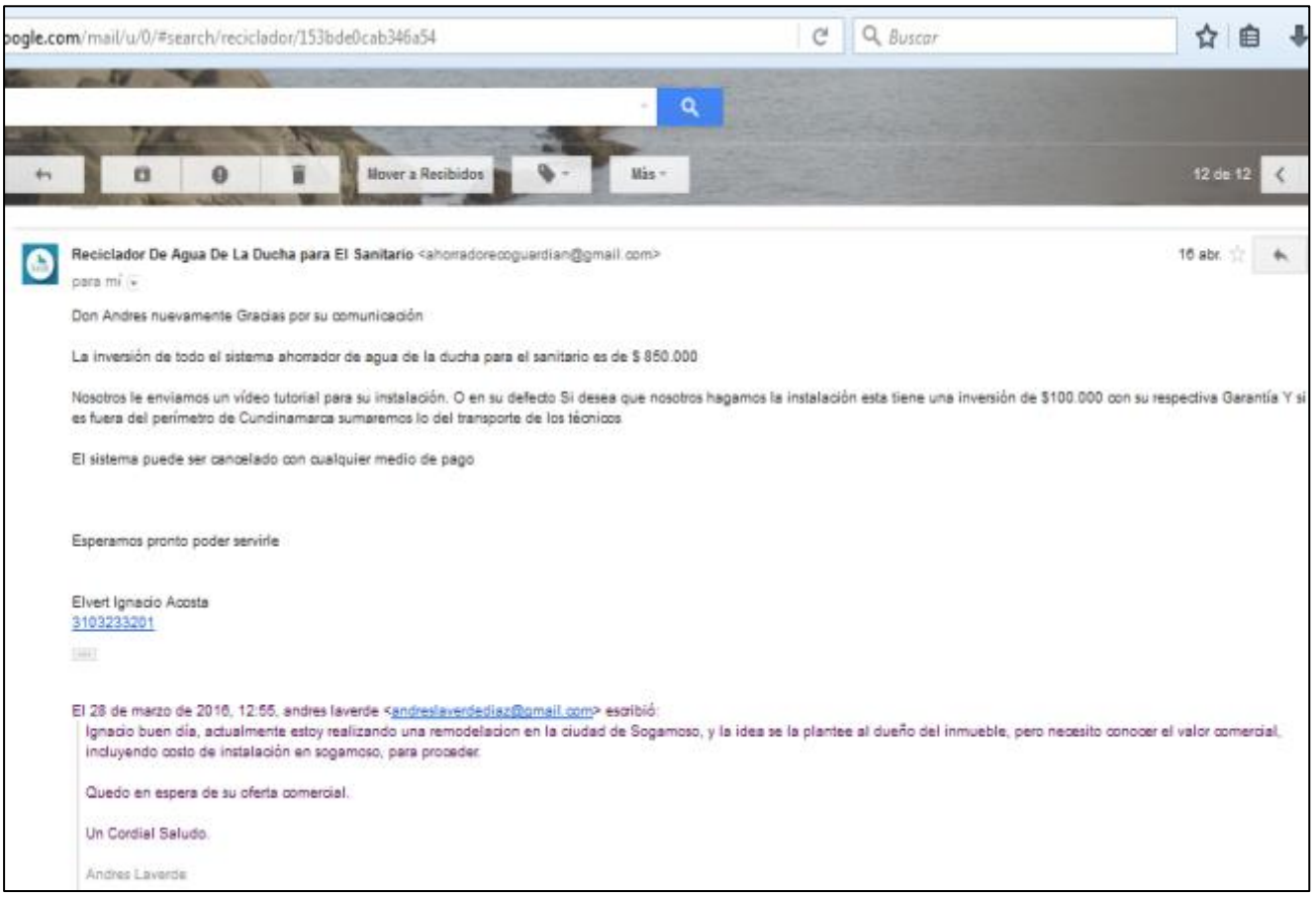
Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-EC: 0,5 ppm, 1,5 mg/m³

NOTA LEGAL Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

© IPCS, CE 2009

Anexo 2. Solicitud Cotización Eco Guardián.



oogle.com/mail/u/0/#search/reciclador/153bde0cab346a54

Buscar

Mover a Recibidos | Más | 12 de 12

Reciclador De Agua De La Ducha para El Sanitario <ahorradorecoguardian@gmail.com> 16 abr.

para mí

Don Andres nuevamente Gracias por su comunicación

La inversión de todo el sistema ahorrador de agua de la ducha para el sanitario es de $ 850.000

Nosotros le enviamos un vídeo tutorial para su instalación. O en su defecto Si desea que nosotros hagamos la instalación esta tiene una inversión de $100.000 con su respectiva Garantía Y si es fuera del perímetro de Cundinamarca sumaremos lo del transporte de los técnicos

El sistema puede ser cancelado con cualquier medio de pago

Esperamos pronto poder servirle

Elvert Ignacio Acosta
3103233201

El 28 de marzo de 2016, 12:55, andres laverde <andreslaverdediaz@gmail.com> escribió:

Ignacio buen dia, actualmente estoy realizando una remodelacion en la ciudad de Sogamoso, y la idea se la plantee al dueño del inmueble, pero necesito conocer el valor comercial, incluyendo costo de instalación en sogamoso, para proceder.

Quedo en espera de su oferta comercial.

Un Cordial Saludo.

Andres Laverde

Anexo 3. Ficha de seguridad alumbre de potasio, fuente Corporación Química Venezolana CORQUIVEN C.A. 2007

CORPORACIÓN QUÍMICA VENEZOLANA
CORQUIVEN C.A.
RIF: J-30845025-1

Presentes en las Áreas de:
Droguerías, Cosmético, Industrial,
Mantenimiento, Petróleo, Alimento y Laboratorios

HOJA DE SEGURIDAD

(MSDS / Material Safety Data Sheet)

ALUMBRE DE POTASIO (ALUMBRE) Piedra ó Polvo

Rombo NFPA-704

Rótulos UN

Fecha Revisión: 02/06/2007

***** TELEFONOS DE EMERGENCIA *****

CORQUIVEN, C.A. : +58 (241) 832.73.49 / 832.70.92 / 838.95.68 - Otros: *171

IDENTIFICACION

Sinónimos	:	Sulfato alumínico potásico.
Fórmula	:	$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$
Composición	:	100% Puro
Número Interno	:	
Número CAS	:	10043-67-1
Número UN	:	N.R.
Clases UN	:	
Usos	:	Secado, manufactura del papel, purificación del agua, electroplateado, producción de cemento, explosivos, antiséptico, catalizador en la producción de amoniaco.

EFECTOS PARA LA SALUD

(LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL)

TWA	: 2 mg/m3
STEL	: N.R.
TECHO (C)	: N.R.
IPVS	: N.R.
Inhalación	: Puede irritar las mucosas al mezclarse con la humedad de la nariz.
Ingestión	: Náuseas, vómito, dolores abdominales y diarrea.
Piel	: Puede mezclarse con la humedad de la piel y formar ácido sulfúrico diluido produciendo irritación.
Ojos	: Posiblemente irrita en contacto con el agua.
Efectos Crónicos	: No se han reportado casos ocupacionales. Puede ocasionar Neumoconiosis ocupacional.

CORPORACIÓN QUÍMICA VENEZOLANA
COROQUIVEN C.A.
RIF: J-30845025-1

Presentes en las Áreas de:
Droguerías, Cosmético, Industrial,
Mantenimiento, Petróleo, Alimento y Laboratorios

HOJA DE SEGURIDAD

(MSDS / Material Safety Data Sheet)

ALUMBRE DE POTASIO (ALUMBRE) Piedra ó Polvo

PROCEDIMIENTOS EN CASO DE ESCAPE Y/O DERRAME

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL/CONTROL EXPOSICION

Uso Normal : Gafas, guantes y bata.

Control de Emergencia : Equipo de respiración autónomo (SCBA).

Controles de Ingeniería : Ventilación local y/o general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Debe disponerse duchas y estaciones lavaojos.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia	Cristales blancos inodoros de sabor astringente.
Gravedad Específica (Agua=1)	1.75
Punto de Ebullición (ºC)	N.R.
Punto de Fusión (ºC)	92
Densidad Relativa del Vapor (Aire=1)	N.A.
Presión de Vapor (mm Hg)	N.A.
Viscosidad (cp)	N.R.
pH	3.3 (0.2 M, solución en agua)
Solubilidad	Soluble en agua, insoluble en alcohol.

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad : Estable bajo condiciones normales.

Incompatibilidades ó Materiales a Evita

Agua : Sí **Aire :** Sí

Otras : Fenol, ácido tánico, ácido salicílico.

INFORMACION TOXICOLOGICA

Efectos reproductivos: TDLo (oral, ratas) = 1120 mg/kg. No hay información disponible para mutagenicidad, teratogenicidad y carcinogenicidad humana.

INFORMACION ECOLOGICA

Esta sección esta bajo desarrollo e investigación.

CONSIDERACIONES DE ELIMINACION Y/O DISPOSICION

No hay información disponible.

31. GLOSARIO.

Absorción: Absorción es la operación unitaria que consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido con el cual forma solución, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Acofle: Manguera sanitaria que conecta el punto hidráulico con la le tanque sanitario, fuente propia.

Adsorción: La adsorción es un proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de un material en contraposición a la absorción, que es un fenómeno de volumen, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Agua Gris: Agua no potable, con residuos de jabón, (fuente propia.)

Agua Potable: Agua apta para consumo humano http://www.rae.es/, en 30 de noviembre de 2016

Arduino: Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

AutoCAD: un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

AWG: American Wire Gauge (Calibre de Alambre Estadunidense) , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Buje: Reducción entre diámetros de tubería por lo regularse utiliza en tubería PVC (Fuente Propia)

Bushing: Reducción entre tuberías galvanizadas. (fuente Propia).

Carbón Activo: Carbón activado o carbón activo es un término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonásemos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada. Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Caudal : es la cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo. , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

CCCS: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible ,

Tomado de: (https://www.cccs.org.co/wp/ , en 30 de noviembre de 2016)

Cheque de Cortina: Válvulas utilizadas para no dejar regresar un fluido dentro de una línea. Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

COP: Unidad Monetaria : Pesos Colombianos. (Fuente propia).

Dique: Un dique es una construcción para evitar el paso del agua, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Electroválvula: Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

EPP: Elementos de Protección Personal. Fuente Propia (Fuente Propia).

Floculación: La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Fontanería: ver "Plomeria" (fuente propia)

Guata: La guata es un material textil no tejido fabricado con filamentos de algodón que se usa principalmente como relleno y aislante térmico, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

HP: Unidad de Medida Caballos de Fuerza, (fuente propia)

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia), (Fuente Propia)

Java: Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Macilla Epoxica: Una resina epoxi o poli epóxido, es decir un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Microorganismos Patógenos: Los microorganismos patógenos son organismos que no pueden ser observados si no es con la ayuda de un microscopio, y que causan enfermedades en los seres humanos. , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

NTC: Norma Técnica Colombiana fuente propia(Fuente Propia).

Perlón: El perlón es un algodón sintético formado por microfibras entrelazadas constituyendo un buen aislante térmico y acústico, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Plomeria: actividad referente la instalación de redes hidrosanitarias,(fuente propia).

Polipropileno: Termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Potasio De Alumbre: Es una sal astringente que se emplea para aclarar las aguas turbias colocándose en los filtros donde pasan las corrientes; sirve de mordiente en tintorería y de cáustico en medicina, curtido de pieles, endurecedor del yeso, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Poyo: Barrera constructiva en mampostería y concreto pobre. (fuente propia).

PSI: Unidad de medida para Libras por Pulgada cuadrada , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

PVC: Cloruro de Polivinillo - Polímero fuente propia

PVCP : Tubería de PVC para redes de presión o suministro de agua potable fuente propia.

RDE: medida de espesor de tubería fuente propia.

RELE: Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos. , Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

Teflón: El politetrafluoroetileno (PTFE) (más conocido por el nombre comercial teflón, anglicismo incorporado al castellano como Teflón) es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor, Tomado de: (Wikipedia en 30 de noviembre de 2016).

TIR: Tasa Interna de Retorno, (fuente propia)

32. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Javeriana, Pontificia (2015). Normas APA Sexta Edición, Pagina Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia: Recuperado de http://www.javeriana.edu.co/cuadrantephi/pdfs/8.pdf..

2. Jiménez, Felipe, (4 de Agosto de 2014), Colombia va perdiendo la partida, Las 2 orillas, Bogotá, Colombia, Recuperado de: http://www.las2orillas.co/colombia-va-perdiendo-la-partida

3. Jiménez, Cristian. (24 de Marzo de 2015). Cómo es el avance en la cobertura de acueducto en Colombia, diario El Tiempo, Bogotá: Colombia. Recuperado de http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/agua-potable-en-colombia-/15445939

4. Espinosa, Magaly. (30 de enero de 2007) . Manual para el consumo Responsable de agua potable, Santiago de Chile, Chile: Superintendencia de servicios públicos de Chile. Recuperado de http://www.siss.gob.cl/577/articles-9103_recurso_1.pdf

5. Carrillo. Andrés. 2013. Reciclador de agua de la ducha para el sanitario. De https://www.youtube.com/watch?v=ttWeHuCxM-U

6. Martín. Mario. 2011 Reutilizar el agua de ducha. De http://www.reutilizaraguaducha.blogspot.com.co/

7. Londoño, Luis. (6 de junio de 1997). LEY 373 DE 1997. Congreso de Colombia. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf

8. IDEAM, (2015). Escenarios De Cambio Climático. Recuperado de: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/escenarios-cambio-climatico

9. Petro, Gustavo. (Abril 8 de 2013). Proyecto De Acuerdo 134 De 2013, Bogota, Colombia. Alcaldía mayor de Bogotá, D.C. Tomado de: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53667