

MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS (SCALL)

**MARTINEZ RESTREPO JHON LIBARDO
MESTIZO BOGOTA WILFRAN SNEIDER**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
BOGOTÁ D.C 2018**

**MONOGRAFIA PROYECTO DE GRADO: MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE
RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS (SCALL)**

**PRESENTADO A:
ARQ. JOSE ALCIDES RUÍZ
LÍDER DE INVESTIGACIÓN HÁBITAT TECNOLÓGICO.**



UNIVERSIDAD LA GRANCOLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTA D.C. FECHA 05/12/2018

INDICE GENERAL

MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS (SCALL)

MONOGRAFIA PROYECTO DE GRADO: MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS (SCALL)

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

<u>RESUMEN</u>	<u>1</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>2</u>
<u>JUSTIFICACIÓN</u>	<u>3</u>
<u>RÉGIMEN DE LLUVIAS</u>	<u>7</u>
<u>CLIMATOLOGÍA AEROPUERTO EL DORADO</u>	<u>8</u>
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>12</u>
<u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u>	<u>12</u>
<u>MARCO TEÓRICO</u>	<u>13</u>
<u>METODOLOGÍA</u>	<u>24</u>
<u>PROPUESTA</u>	<u>25</u>
<u>GASTO ECONÓMICO DEL PROTOTIPO INSTALADO</u>	<u>29</u>
<u>PRESUPUESTRO ESTIMADO DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA (SCALL)</u>	<u>30</u>
<u>RÉGIMEN DE LLUVIAS DE AMBOS LUGARES</u>	<u>34</u>
<u>PRUEBAS</u>	<u>36</u>
<u>PRUEBA DE CALIDAD DE AGUA</u>	<u>36</u>
<u>CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA VIVIENDA</u>	<u>37</u>
<u>PRUEBA DE FILTRACIÓN</u>	<u>37</u>
<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>39</u>
<u>VENTAJAS DEL SISTEMA MEJORADO (SCALL)</u>	<u>47</u>
<u>DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN (SCALL)</u>	<u>47</u>

CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFIA	49
ANEXOS	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 : MAPA DE CUNDINAMARCA Y EL CLIMA DE BOGOTÁ	4
FIGURA 2 : CONSUMO DE AGUA POR ESTRATOS Y UNITARIO POR PERSONA	5
FIGURA 3 : MAPA DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	6
FIGURA 4 : CARTAS CLIMATOLÓGICAS – MEDIDAS MENSUALES AEROPUERTO EL DORADO	8
FIGURA 5 : DIAGRAMA DE TEMPERATURA BOGOTÁ	9
FIGURA 6 : EVAPORACIÓN MENSUAL	11
FIGURA 7 : CARTA CLIMATOLÓGICA – MEDIDAS MENSUALES AEROPUERTO EL DORADO	12
FIGURA 8 : ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE	14
FIGURA 9 : DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN	16
FIGURA 10 : DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN	16
FIGURA 11 : TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y FILTROS	18
FIGURA 12 : DRENAJE ARTESANAL DE AGUAS LLUVIAS	20
FIGURA 13 : FILTRO PARA CANALES	24
FIGURA 14 : FILTRO PARA CANALES	24
FIGURA 15 : ESQUEMA DE RECOLECCIÓN DEL AGUA LLUVIA	26
FIGURA 16 : ESQUEMA PROPIO DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	26
FIGURA 17 : ESQUEMA DE TANQUE 250L	27
FIGURA 18 : ESQUEMA PROPIO DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	28
FIGURA 19 : GRAFICA DE PRESUPUESTO	32
FIGURA 20 : GRAFICA DE PRESUPUESTO	33

<u>FIGURA 21:</u>	GRAFICA DE PRESUPUESTO	33
<u>FIGURA 22:</u>	GRAFICA DE PRECIPITACIÓN DEL AGUA LLUVIA	34
<u>FIGURA 23:</u>	PRECIPITACIÓN DEL AGUA LLUVIA	34
<u>FIGURA 24:</u>	CONSUMO EN LA VIVIENDA DE AGUA POTABLE	37
<u>FIGURA 25:</u>	FILTRO DE AGUA LLUVIA 2MM	38
<u>FIGURA 26:</u>	FILTRO DE AGUA LLUVIA 2MM	38
<u>FIGURA 27:</u>	FILTRO EN EL INTERIOR DEL TANQUE	39
<u>FIGURA 28:</u>	FILTRO EN EL INTERIOR DEL TANQUE	39
<u>FIGURA 29:</u>	ESTRUCTURA DE LA TOLVA	40
<u>FIGURA 30:</u>	MANTENIMIENTO DE PRIMER FILTRO	41
<u>FIGURA 31:</u>	MANTENIMIENTO DE PRIMER FILTRO	41
<u>FIGURA 32:</u>	ETAPA 1	42
<u>FIGURA 33:</u>	ETAPA 2	43
<u>FIGURA 34:</u>	ETAPA 2	43
<u>FIGURA 35:</u>	ETAPA 3	44
<u>FIGURA 36:</u>	ETAPA 3	44
<u>FIGURA 37:</u>	ETAPA 4	45
<u>FIGURA 38:</u>	ETAPA 4	45
<u>FIGURA 39:</u>	ETAPA 5	45
<u>FIGURA 40:</u>	ALIMENTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA ALBERCA	46
<u>FIGURA 41:</u>	ALIMENTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA LAVADORA	46
<u>FIGURA 42:</u>	ALIMENTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA SANITARIO	46
<u>FIGURA 43:</u>	FILTROS DE LIMPIEZA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	55
<u>FIGURA 44:</u>	DETALLE DE INSTALACIÓN DEL PROTOTIPO 1	51
<u>FIGURA 45:</u>	DETALLE DE INSTALACIÓN DEL PROTOTIPO 2	52
<u>FIGURA 46:</u>	FILTROS DE LIMPIEZA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	53

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA 1</u> : CONSUMO DE AGUA POR ESTRATOS EN BOGOTÁ	5
<u>TABLA 2</u> : TABLA CLIMÁTICA	10
<u>TABLA 3</u> : CONSUMO DE AGUA LLUVIA EN TANQUE DE 250 LITROS	15
<u>TABLA 4</u> : DOCUMENTO DE FILTROS DE AGUA LLUVIA	19
<u>TABLA 5</u> : GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA	21
<u>TABLA 6</u> : CONSUMO FAMILIAR DE AGUA POTABLE	22
<u>TABLA 7</u> : REQUISITOS NORMATIVOS PARA TANQUES O DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	23
<u>TABLA 8</u> : PRESUPUESTO ESTIMADO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA	30
<u>TABLA 9</u> : PRESUPUESTO ESTIMADO DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA (SCALL)	31
<u>TABLA 10</u> : CONSUMO DE AGUA LLUVIA PARA TRES USOS	35
<u>TABLA 11</u> : CONSUMO DE AGUA LLUVIA PARA SANITARIO	36
<u>TABLA 12</u> : CONDICIONES DE AGUA POTABLE TRATADA	36

MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

Resumen

Hoy en día el tema de recolección de agua lluvia es extenso y se han desarrollado diversas formas de reutilizar el agua en las actividades domésticas comunes en un hogar, he incluso esta misma se utiliza para ser consumida teniendo en cuenta su proceso de descontaminación. En algunas viviendas el agua lluvia es almacenada subterráneamente lo que genera un gasto mayor de instalación y mantenimientos.

Debido a distintos y amplios proyectos respecto a la recolección de agua lluvia se desarrolló un análisis de un sistema de recolección de aguas lluvias (SCALL) proyecto de grado PTCA el cual fue realizado en la localidad de Puente Aranda, Bogota en actividades que no requieren agua potable

Con ese análisis se realizó un mejoramiento del sistema ya existente, haciéndolo más económico en instalación, mayor abastecimiento de agua lluvia y utilizarla en más de una actividad domestica de la vivienda. Se llevó a cabo en la Localidad de Engativá en el barrio las Ferias.

Palabras claves

Mejoramiento, Recolección, Eficiencia, Abastecimiento, Aguas lluvias, Canalización, Reciclaje

Abstract

Today, the subject of rainwater harvesting is extensive and several ways to reuse rainwater have been developed in the common domestic activities in a household, and even this is used to consume it taking into account its decontamination process. In some houses, rainwater is stored underground, which generates a greater expense of installation and maintenance.

Due to different and extensive projects regarding rainwater harvesting, an analysis of a rainwater harvesting system (SCALL) PTCA grade project was developed which was carried out in the town of Puente Aranda, Bogota in activities that do not require water potable

With this analysis, an improvement of the existing system was made, making it more economical in installation, greater rainwater supply and use in more than one domestic activity of the house. It was carried out in the Locality of Engativá in the neighborhood the Fairs.

Keywords

Improvement, Collection, Efficiency, Supply, Rainwater, Channeling, Recycling

Justificación

Como propósito en esa investigación tiene como objetivo realizar un análisis y mejora del sistema (SCALL) “sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia por gravedad (SCALL)” reduciendo distintos factores, los cuales serán su menos gasto económico en instalación, el mantenimiento, hacerlo más eficiente en la recolección del agua, instalación rápida del prototipo, reducir el consumo del agua potable en la vivienda; se llevó a cabo en el barrio Las Ferias en la localidad de Engativá. De igual manera se estudió el clima del sector donde esta originalmente el sistema que se mejoró, el cual fue hecho en el barrio Puente Aranda.

Este aprovechamiento de aguas lluvias se planteó con el fin de dar una respuesta a la reducción del agua potable en las viviendas ya que actualmente el agua potable se está desperdiciando a tal punto que más de un país se verá afectado por falta de agua potable para consumo humano.

Se organizaron los datos acerca del sistema a mejorar, así mismo se identificara los elementos más importantes de este tipo de sistema.

Se partió mostrando el estudio del clima en la región de Bogota como se observa en la (Figura 1) y de la misma forma la climatología de Engativá que meses tiene más precipitaciones y cuantos milímetros de agua, el consumo del agua potable por persona en una familia.

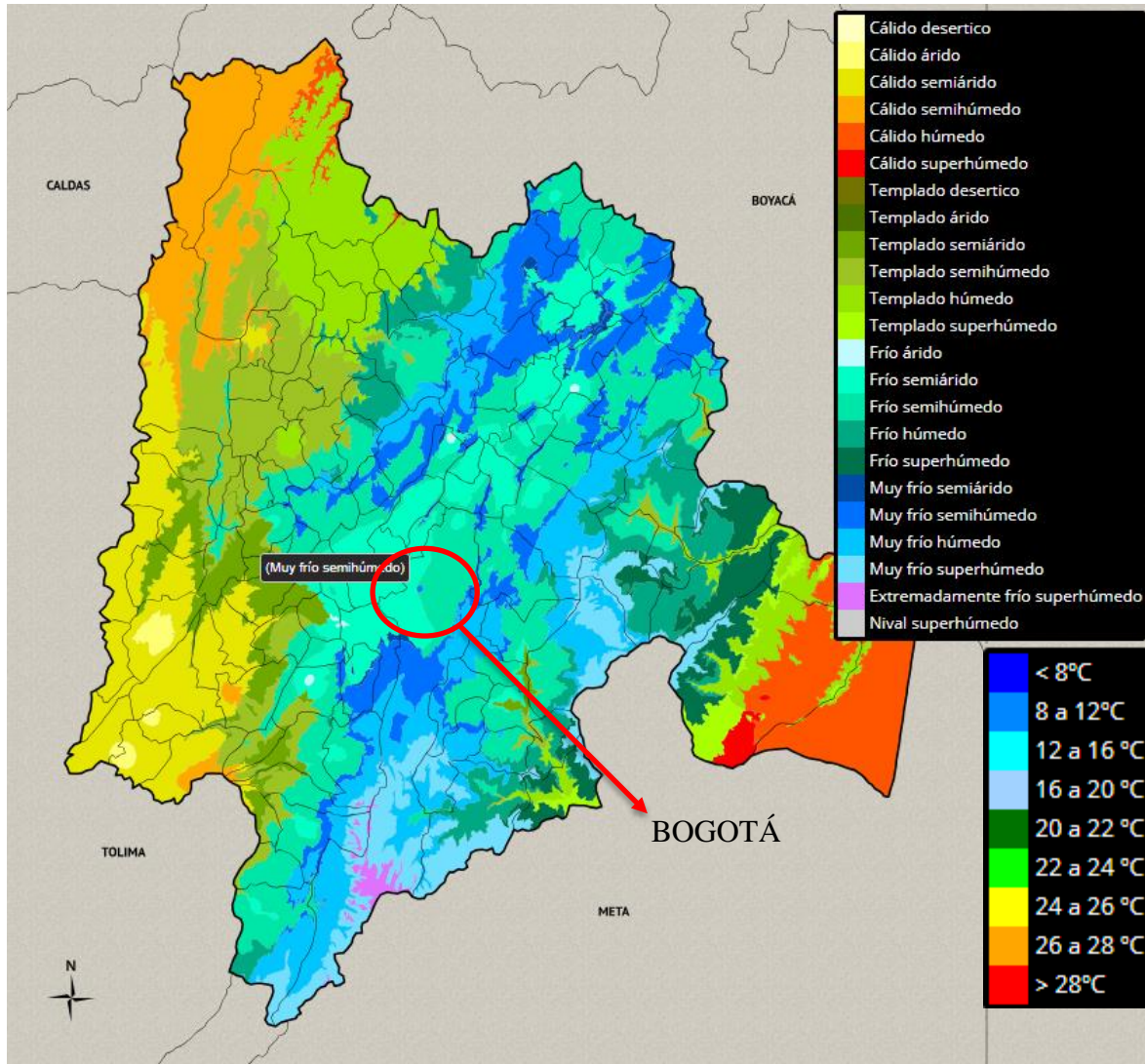


Figura 1. Mapa de Cundinamarca y el clima en Bogota

Fuente: Atlas ideam, 2014.

Debido al cambio climático, y la contaminación continua de las reservas de agua dulce en Colombia hace que este recurso siga escaseando y sea un riesgo para la salud humana, es por eso que se busca una manera de remediar aportando al medio ambiente soluciones alternativas que mitiguen el consumo de agua potable en temporadas de alto nivel de precipitación.

Según publicación hecha por el periódico El tiempo:

El consumo promedio de una familia en Bogotá es de 10,76 metros cúbicos de agua y el consumo por habitante es de 76,32 litros por día. En estratos 1,2 y 3 se gasta más agua en lavamanos y lavaplatos, mientras que en estratos 4,5 y 6, además de estos, se consume más el líquido en los baños y duchas. (2014, párr. 1)

Tabla 1

Consumo de agua por estratos en Bogotá

Estrato	Ducha	Baños	Grifo	Lavadora
1	15 L	20 L	41 L	24 L
2	15 L	25 L	40 L	19 L
3	17 L	24 L	39 L	20 L
4	18 L	32 L	32 L	18 L
5	19 L	32 L	31 L	18 L
6	18 L	32 L	33 L	16 L

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos El tiempo “Salvar el agua de Bogota” 2014.

Nota. Realizan un estudio local algunas familias que habitan en la ciudad de Bogotá, clasificándolas por el estrato al que pertenecen; para determinar qué cantidad de agua potable gasta cada una al momento de realizar las actividades del hogar, las cuales son: Ducha, descarga de inodoros, uso de los grifos de las viviendas y por último, el gasto de agua con lavadoras. Hacen el análisis y se describe la cantidad y en litros.



Figura 2. Consumo de agua por estratos y unitario por persona

Fuente: El tiempo “Salvar el agua de Bogota” 2014.

En la (figura 2) se estudia el consumo que se tiene por estratos en la ciudad de Bogotá el cual está expuesto en metros cúbicos y promediados mensualmente, hay que entender en cuenta que este estudio es global por todas las viviendas que se encuentren en ese estrato. De igual forma se desarrolla el análisis por persona, que cantidad de litros de agua llega a consumir en un mes.

A continuación en la (figura 3) se da un ejemplo del mapa del rio Bogotá, el cual su yacimiento comienza en villa pinzón hasta llegar a la capital, teniendo en cuenta que este rio es diariamente contaminado por los mismos habitantes como se logra observar.

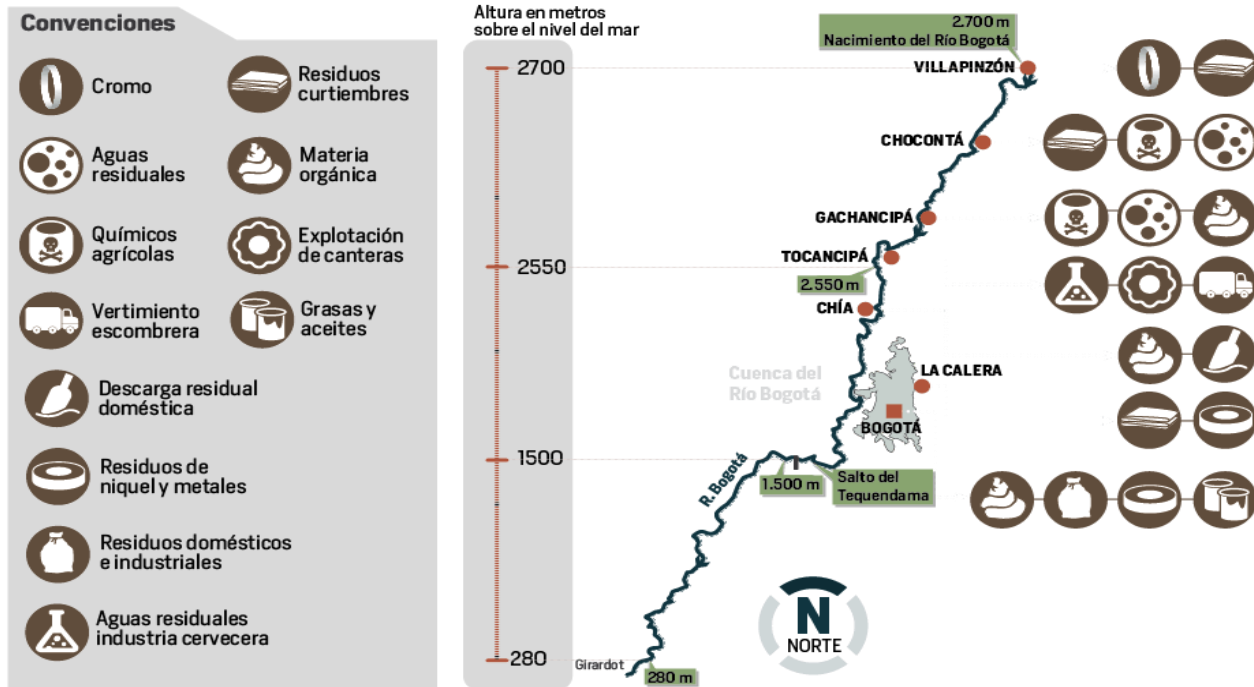


Figura 3. Mapa De Contaminación Del Agua.

Fuente: El tiempo “Salvar el agua de Bogotá” 2014.

Explicito anteriormente se quiere reducir el mal uso que se le está haciendo al agua potable y disminuir gastos económicos, esto se debe a que el “55% del agua que llega a las casas bogotanas se gasta en el inodoro y en la ducha” (Cortés, 2014, párr. 1) haciendo así un desperdicio grande con el agua potable.

Es necesario mostrar y observar el estado de aguas lluvia de manera local para tener una referenciar más clara de la disponibilidad del recurso hídrico detallando en que épocas del año llueve más, evaporación y su precipitaciones, en cantidad y calidad.

Se llevara a cabo en el barrio Las Ferias - localidad Engativá-Bogotá con el fin de darle un gran uso a este aprovechamiento de aguas pluviales y reducir gastos en algunas familias con este sistema. Según estudios climatológicos “el clima de Bogota se clasifica como cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en Bogota. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. La temperatura promedio en Bogota es 13.5 ° C.” (Anónimo, s.f.)

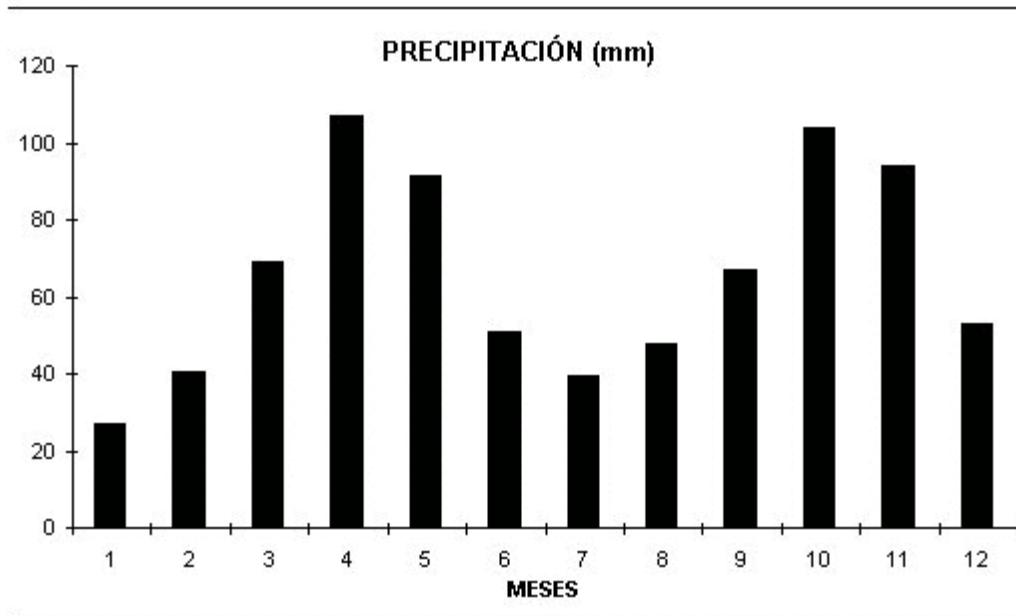
Régimen de lluvias

Como se observa en la (figura 4) y según datos de Bogota en datos:

Dos veces al año, la zona de confluencia intertropical cruza la ciudad influyendo en el comportamiento de las lluvias. Esta situación genera dos épocas de lluvia en Bogotá, Los meses de marzo, abril y mayo; y los meses de septiembre, octubre y noviembre. Sumado a ello los cerros orientales actúan como una barrera natural restringiendo el flujo de humedad, alcanzando valores de humedad relativa media hasta del 80% en dicha zona, influyendo de manera directa sobre la frecuencia de las precipitaciones. (s.f. párr. 97)

Climatología Aeropuerto El Dorado

Se tomó el clima del aeropuerto el dorado como referencia, ya que este está ubicado en la localidad de Engativá y el proyecto estará instalado en esa localidad.

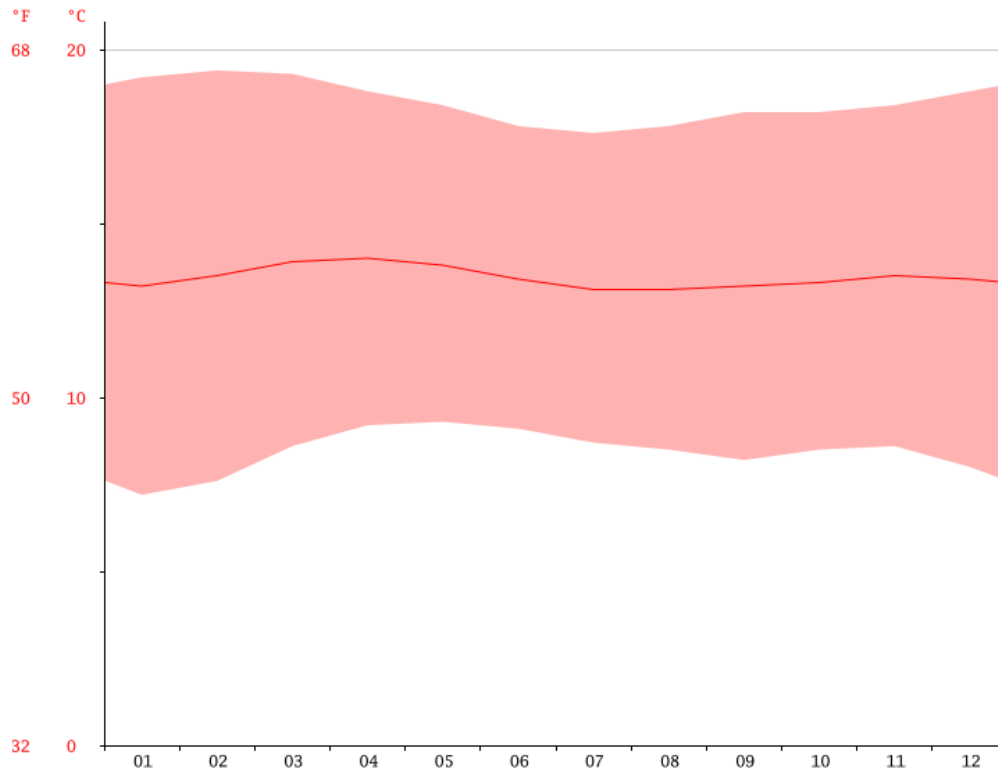


[Figura 4.](#) Cartas Climatológicas - Medidas Mensuales Aeropuerto Eldorado

Fuente: Información Aeronáutica, climatología precipitación aeropuerto Eldorado. 2000.

La menor cantidad de lluvia ocurre en el mes de enero. Mientras que hay dos épocas en el año con precipitación. Las primeras precipitaciones climatológicas se muestran en marzo 70mm, abril 110mm y mayo 90mm (milímetros de agua). Las últimas precipitaciones altas son finalizando año en septiembre 70mm, octubre 105mm, noviembre 95mm (milímetros de agua).

De igual forma se muestra una diagrama de temperatura y una tabla climática con datos históricos del tiempo en Bogota con el fin de observar que épocas del año son más cálidas y cuales más frías, con el fin de analizar qué meses tiene mayor impacto el sistema de recolección y que meses no de la misma forma.



[Figura 5.](#) Diagrama De Temperatura Bogota

Fuente: Clima de Bogotá, climate-data, 2018.

Las temperaturas son más altas en promedio en abril, alrededor de 14.0 ° C. El mes más frío del año es de 13.1 ° C en el medio de julio.

Tabla 2.

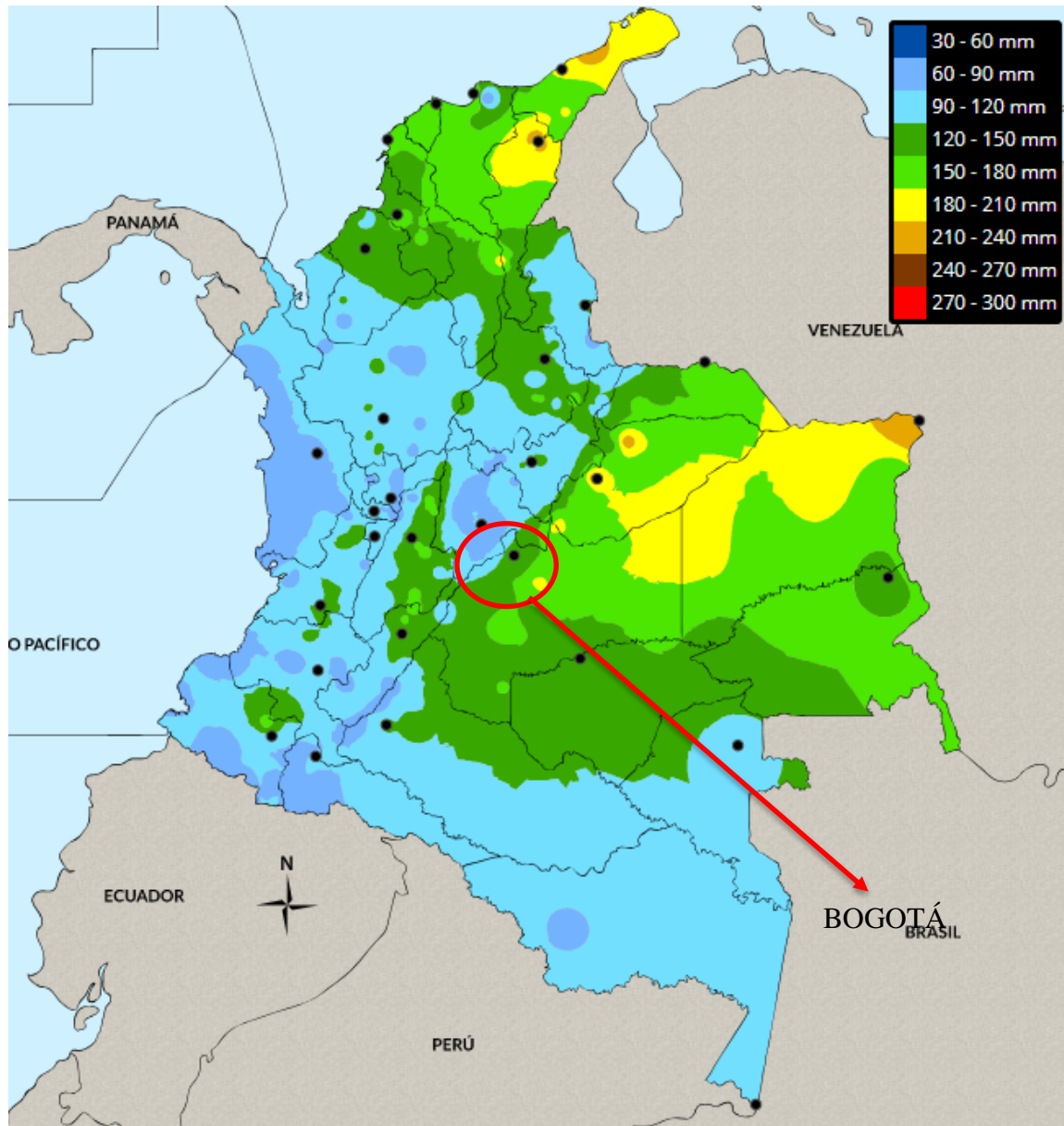
Tabla Climática // Datos Históricos Del Tiempo Bogota

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	13.2	13.5	13.9	14	13.8	13.4	13.1	13.1	13.2	13.3	13.5	13.4
Temperatura min. (°C)	7.2	7.6	8.6	9.2	9.3	9.1	8.7	8.5	8.2	8.5	8.6	8
Temperatura máx. (°C)	19.2	19.4	19.3	18.8	18.4	17.8	17.6	17.8	18.2	18.2	18.4	18.8
Temperatura media (°F)	55.8	56.3	57.0	57.2	56.8	56.1	55.6	55.6	55.8	55.9	56.3	56.1
Temperatura min. (°F)	45.0	45.7	47.5	48.6	48.7	48.4	47.7	47.3	46.8	47.3	47.5	46.4
Temperatura máx. (°F)	66.6	66.9	66.7	65.8	65.1	64.0	63.7	64.0	64.8	64.8	65.1	65.8
Precipitación (mm)	34	46	67	113	102	63	47	47	56	119	112	60

Fuente: Clima de Bogotá, climate-data, 2018.

Nota. “La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 85mm. Las temperaturas medidas varían durante el año en un 0.9 °C”. (Climate-Data.Org, párr. 1)

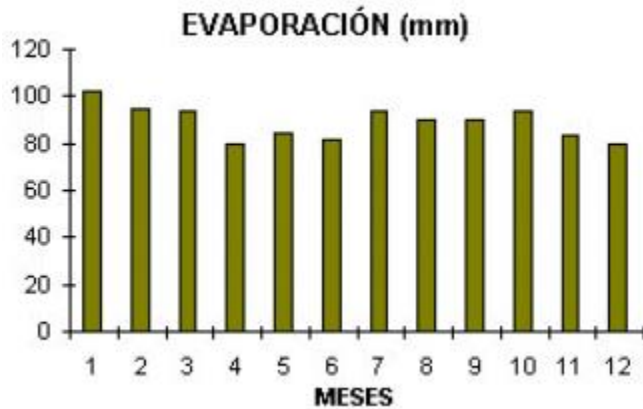
De igual manera se sacan unos datos de la evaporación del agua en Colombia – Bogotá, como se observa en la (figura 6) el cual Bogotá cuenta con una evaporación entre 60 – 90 mm de agua.



[Figura 6.](#) Evaporación mensual.

Fuente: Atlas ideam, 2014.

En la siguiente grafica se muestra el índice de evaporación mensual en la localidad de Engativá con relación al aeropuerto el dorado; el cual durante todos los meses del año permanece en un rango de 80 a 100 mm de evaporación.



[Figura 7:](#) Carta climatológica - medidas mensuales aeropuerto Eldorado

Fuente: Información Aeronáutica, climatología brillo solar y evaporación, 2000.

Objetivo General

Implementar un mejoramiento al Sistema de recolección de aguas pluviales (SCALL). Para usarlo en actividades domésticas y disminuir el consumo de agua potable; Analizando el sistema ya existente.

Objetivos Específicos

De acuerdo al objetivo general presentado anteriormente se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el sistema instalado “sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia por gravedad” dando a conocer su eficiencia, y determinando el ahorro que genera en el consumo de agua.
- Analizar distintos sistemas de captación de aguas lluvias, con el fin de relacionando ventajas y desventajas.
- Evaluar el nivel pluviométrico del Barrio Las ferias para conocer la eficiencia del sistema.
- Definir componentes al momento de instalar el prototipo de aguas lluvia.

Marco Teórico

Pregunta problema. ¿Cómo mejorar el sistema de recolección de agua lluvia tipo SCALL, con el fin de obtener un sistema eficiente y ayudar a disminuir gastos del alcantarillado de la vivienda?

En este trabajo se hace el análisis y se toma como principal referencia la monografía “Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad” el cual partiremos a mejorar de cierta manera ese sistema planteando, con el fin de buscar una mejor captación del agua lluvia, eficiencia de instalación, menor gasto económico, menor riesgo con su mantenimiento, para ello se realiza unos estudios del sistema existente con el fin de dar a observar los datos obtenidos.

Se comienza mostrando una ilustración del proyecto con el fin de dar a conocer lo que se quiere mejorar en este. En la (Figura 8), se observa en corte el esquema de cómo se vería el prototipo. Esta realizado en Puente Aranda Bogota en una vivienda estrato 3 y habitada por una familia de 4 personas, ubicando el prototipo sobre la placa de la vivienda (patio) Como se logra ver en la parte superior del esquema tiene una tolva piramidal invertida o embudo en lona para recoger el agua lluvia y ser trasladada a un tanque de 250 litros y que este al mismo tiempo reparta el agua recolectada únicamente a la descarga de un sanitario.

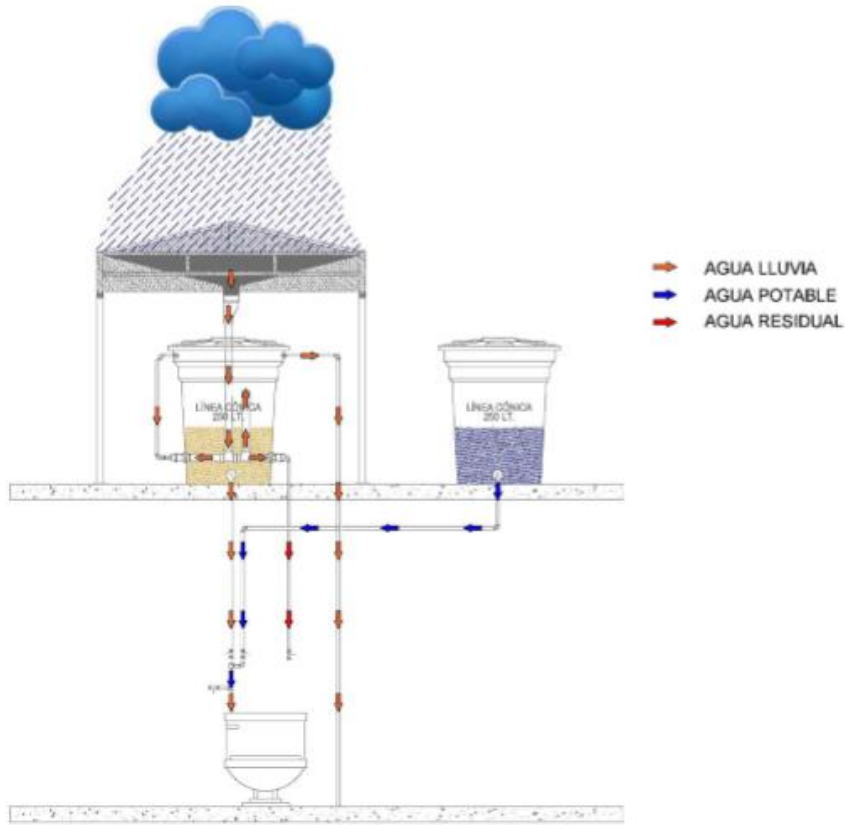


Figura 8: Esquema de funcionamiento del sistema existente.

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.

Tabla 3

Consumo de agua lluvia en tanque de 250 litros

Tanque	Descargas	No. Personas	Descargas por día	Días de Suministro
250	31,25	4	12	3
500	62,5	4	12	5
1000	125	4	12	10

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad. 2017

Nota: Al realizar un estudio de cuantos días estaría ayudando a suministrar el agua lluvia al sanitario de la vivienda con el tanque de 250 litros que instalaron, como se logra observar en la (tabla 3) con un tanque de 250 litros, con ello harían 31,25 descargas, lo que equivale a 12 descargas por día, de esta manera estaría suministrando una ayuda para 3 días, estando lleno el tanque. De igual manera se hace un análisis con los tanques de 500 y 1000 litros para suministro de un sanitario.

Por otra parte se tienen en cuenta otros proyectos a nivel local para el trabajo de recolección de agua lluvia con fines domésticos, ya que el trabajo en este campo no es inexplorado. Se tomó como referente un sistema domestico de captación de lluvia no potable en la localidad de Rafael Uribe Uribe; concretamente en el barrio Consuelo donde ya tienen un sistema de recolección en una casa multifamiliar y con fines no potables.

El proyecto tiene como principal aspecto desarrollar un filtro de tratamiento de agua lluvia, y económico a su vez. Debido a que en el barrio Consuelo cuenta con más de 2000 habitantes y cuyas familias cuentan con su propio sistema de recolección de aguas lluvias.

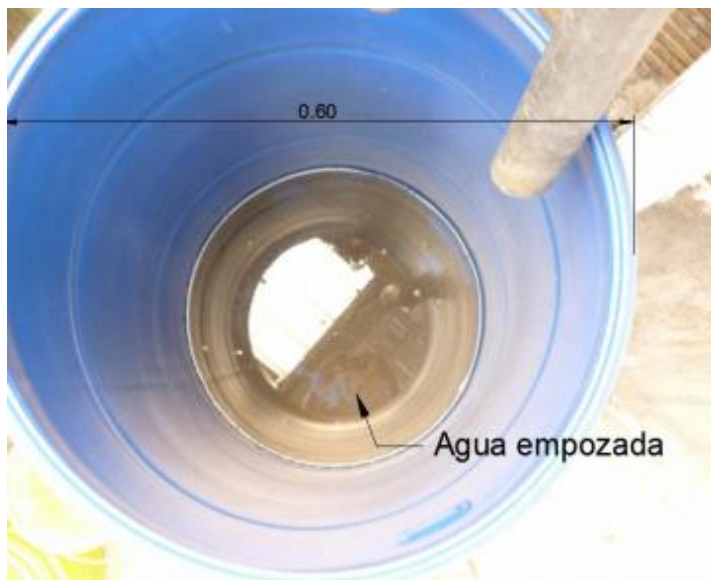
Estos sistemas de recolección actual de aguas lluvias se vienen realizando de manera empírica por sus habitantes mediante la recolección en canecas ubicadas en cada bajante que presente la vivienda como se logra observar en la (figura 9)

El sistema en esa localidad no cuenta con un sistema de canalización de agua lo cual al momento de recolectar el agua en las canecas genera residuos y a la vez genera una biopelícula en las paredes de las canecas y acumulación sólida en su interior, esto implica contaminantes como se observa en la (figura 10)



[Figura 9:](#) Diseño E Implementación De Un Prototipo De Sistema De Recolección

Fuente: Monografía - Diseño E Implementación De Un Prototipo De Sistema De Recolección Y Tratamiento Aguas Lluvias En Casa Multifamiliar, 2015



[Figura 10:](#) Diseño E Implementación De Un Prototipo De Sistema De Recolección

Fuente: Monografía - Diseño E Implementación De Un Prototipo De Sistema De Recolección Y Tratamiento Aguas Lluvias En Casa Multifamiliar, 2015

El proyecto propone; desarrollar un filtro del agua obtenida por medio de las canales, para que esta tenga una calidad similar al agua potable, lo realizan por el método tradicional filtro natural: Arena, Carbón activado y grava, ya que la arena y la grava generan una retención de las partículas contaminantes como lo menciona Castellanos y Garcia (2015) que llega con el agua, y el carbón activado elimina microorganismos y patógenos como virus o bacterias.

En conclusión se tomó como referencia debido a su similitud de recolección de aguas, y utilidad que le están dando funcionando por gravedad y al mismo tiempo siendo repartida el agua pluvial para usos domésticos que son lavados, descargas de cisterna, y posible consumo por contar con carbón activo dentro de su filtro.

A nivel Nacional más específico en charco, Nariño se realizó un sistema de captación y filtrado de aguas lluvias Anónimo (s.f.). con el fin de ayudar “con un sistema de abastecimiento de agua útil en zonas lluviosas como la costa pacífica colombiana, que en épocas de sequía puede utilizar agua de fuentes superficiales o alternarse con otro sistema de abastecimiento.

Las principales características de este sistema” (BVSDE, s.f. párr.1).

- Realizado con el fin de ayudar a zonas que carecen de fuentes de agua potable.
- Apropiado para un uso familiar.
- Construcción sencilla y mantenimiento.
- Permite el almacenamiento de agua con protección.

Este sistema funciona a gravedad y por medio de las cubiertas de las viviendas, principalmente plantean utilizar un tanque de 1000 litros para la recolección de las aguas, está siendo llevada a dos tanques de 250 litros el cual cuenta con dos sistemas de filtros, que contienen 200 kilos de arena fina para una filtración lenta y una vela de carbón activado que mejora las condiciones organolépticas del agua. BVSDE (s.f.)

Al finalizar la descontaminación de estas aguas son dirigidas por medio de tubería en pvc a un tanque de 500 litros que almacenara ya el agua tratada (Figura 11).

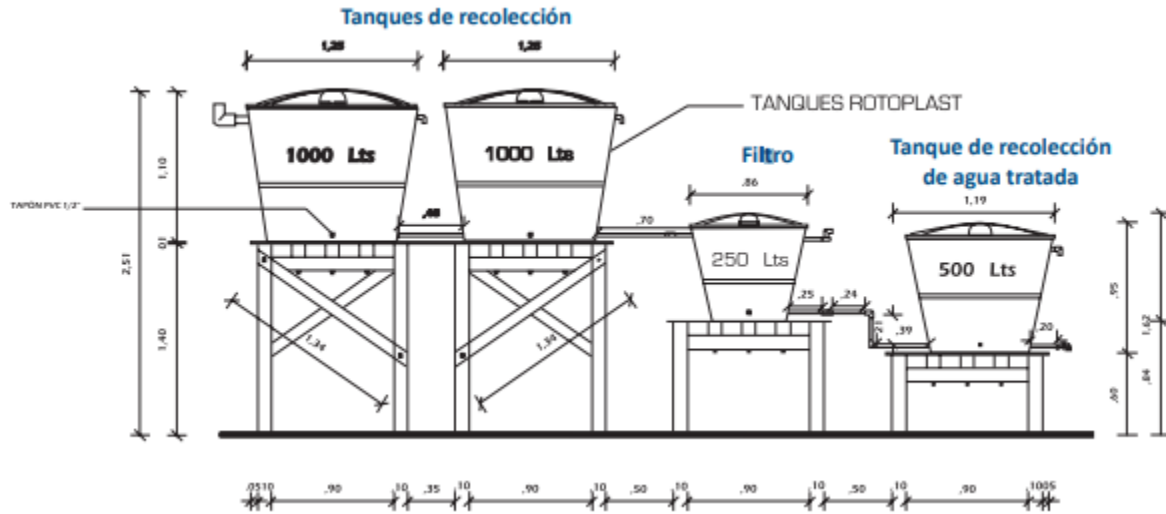


Figura 11: Tanques de almacenamiento y filtros

Fuente: Documento, sistema de recolección y filtrado de aguas lluvias albergue Vuelta del Mero – municipio de El Charco, Nariño, consultado 2018.

Se tomó en cuenta este proyecto para guiarnos en el tipo de mantenimiento y mirar otros tipos de filtros que se pueden optar, como se logra describir anteriormente. El mantenimiento del sistema esta explicado paso a paso y la frecuencia que se podría realizar (tabla 4)

[Tabla 4](#)

Documento de filtros de agua lluvia

Actividad	Frecuencia	Herramientas y Materiales	Responsable
Antes de la época de lluvias se deberá limpiar el techo, canaletas, salida del bajante y tanque de almacenamiento.	Al finalizar la época seca e inicio de temporada de lluvias.	Escoba, escalera, rastrillo, balde, pala.	Operador, Usuario
Limpiar el área adyacente al tanque de almacenamiento, quitando malezas (plantas, hierbas) y materiales inservibles que puedan convertirse en criaderos de vectores.	Mensual (cada mes)	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Comunidad
Verificar si hay fugas en el tanque, accesorios y bomba, reparar en caso de ser necesario.	Semestral (cada 6 meses)	Registro.	Operador, Usuario
Verificar la existencia de insectos y pequeños animales que aniden en el sistema y eliminarlos.	Semanal	Cuaderno, lápiz.	Operador, Usuario
Limpiar el interior del tanque como se indica en la sección de filtración lenta en arena.	Semestral (cada 6 meses)	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo.	Operador, Usuario

Fuente: Documento, sistema de recolección y filtrado de aguas lluvias albergue Vuelta del Mero – municipio de El Charco, Nariño, consultado 2018.

Nota: El autor explica la manera y el tiempo en que se debe darle mantenimiento a los tanques de almacenamiento de agua lluvia, el tipo de herramientas que se pueden utilizar para esa actividad y cada cuando realizarle el procedimiento.

Otro referente encontrado es una monografía el cual tiene como tema la “Recolección Y Reutilización De Aguas Lluvias En Viviendas De Interés Social Y Bajos Recursos En El Barrio Yomasa En La Ciudad De Bogotá D.C” (Suarez y Rodriguez, 2014, p.1) el cual como objetivo principal es diseñar un sistema para la reutilización del agua lluvia en las viviendas con bajos recursos; como lo menciona Suarez y Rodriguez (2014). Realizando consigo un diagnostico en el barrio Yomasa para descubrir si en las viviendas manejan algún sistema de recurso hídrico, con el fin de ayudarles en la investigación y observar que viviendas están reutilizando el agua y cuáles no.

En la (figura 12) muestran el tipo de drenaje que las viviendas tienen, claramente describen que es un sistema deficiente de canalización de las aguas lluvias, “construidas en su

mayoría con materiales defectuosos, de baja calidad o simplemente hechas por los habitantes” (Suarez y Rodriguez, 2014, p.35) la mayoría de estas viviendas “se puede apreciar como los sistemas de recolección de aguas lluvias desembocan directamente a las vías libremente” (Suarez y Rodriguez, 2014, p.37)



[Figura 12:](#) Drenaje artesanal de aguas lluvias.

Fuente: Fotografía de autores del sistema monografía recolección y reutilización de aguas las lluvias barrio yomasa, 2014

Presentan dos opciones de sistema para dicho barrio; el primero corresponde a un diseño que del sistema a corto plazo, como lo menciona Suarez y Rodriguez (2014), donde proponen un sistema que funcione a gravedad para viviendas de 1 y 2 pisos, y el segundo a largo plazo que consiste a través de bombeo para el “suministro del agua lluvia al interior de las viviendas” (Suarez y Rodriguez, 2014, p.88) de un solo piso. Con sus respectivos filtros de canalización, que en el caso de este proyecto usan el filtro tradicional de grava, gravilla, arena.

Como siguiente referencia “Descripción De Los Sistemas De Recolección Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias” Se tomó como referencia con el fin de identificar los distintos sistemas de recolección de aguas lluvias y su método de captación que se han

elaborado. Se realizó un análisis del documento para obtener suficiente información y partes de este mismo que aporta en la monografía y sistema.

Tabla 5

Guía de diseño para captación de agua lluvia

La captación esta conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuada para que facilite el desplazamiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección.

- Captación

Se conduce el agua recolectada por la cubierta directamente hasta el tanque de almacenamiento. Conformado por las canaletas.

- Transporte

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo.

- Almacenamiento

Este dispositivo impide el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente.

- Filtro o Pretratamiento

Es el sistema mediante el cual se controla la distribución del agua hacia su destino final.

- Sistema de Control

Fuente: Tabla elaborada por los autores con información sacada de “UNATSABAR. Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural. Lima: UNATSABAR, 2003”

Nota: Se toma como característica el área de captación que en este caso describen de forma explícita: “Normalmente el área efectiva de captación depende del diseño hidrosanitario pluvial, ya que, de acuerdo con la concepción del mismo, se puede en causar el agua a un solo punto o a varios puntos” (Reyes y Rubio, 2014, p.25). De esta forma nuestra área de captación del agua lluvia se empleara el método de canales de cubierta, teniendo en cuenta que “el área de captación debe ser la mayor área posible, observando las pendientes de cubiertas en donde se encuentra la mayor concentración de caudales aprovechables” (Reyes y Rubio, 2014, p.25).

Por otro lado se tomó un manual técnico “Captación de agua lluvia y almacenamiento en tanques de ferro cemento – Autor Tertuliano Aquini” el cual se sacaron algunos datos del consumo en una familia de 5 miembros como se describe en la (tabla 6)

Tabla 6.

Consumo familiar de agua potable.

Familia constituida por 5 miembros			
Gasto promedio 120 litros			
Consumo de agua por día	120 Litros	5 personas	Por día
	600 Litros	Por día	
Consumo de agua por mes	600 Litros	30 Días	
	18,000 Litros	18 m ³	

Fuente: Autor: Tertuliano Aquino- Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferro cemento – manual técnico (pág. 110), 2011.

Nota. El consumo de una familia de 5 miembros que gasta aproximadamente 18 litros de agua al mes aproximadamente lo que recolecta un tanque pequeño, lo que daría un uso limitado del agua.

Consumo de agua por familia:

- Consumo promedio de agua por día = 25 litros/ x 4 personas
=100 litros / día
- Consumo promedio de agua mensual = 100 litros / día x 30 días
= 3000 litros / mes
- Consumo promedio de agua en 5 meses = 3000 litros / mes x 5 meses
=15.000 litros

Fuente Autor: Tertuliano Aquino- Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferro cemento – manual técnico (pág. 111), 2011

[Tabla 7.](#)

Requisitos normativos para tanques o dispositivos de almacenamiento de agua.

Tener suficiente resistencia estructural ante fenómenos naturales (sismo)
No deben de permitir que pase la luz y evitar la entrada de polvo e insectos. La luz genera la aparición de algas y los insectos encuentran un lugar apto para reproducirse.
Tener un dispositivo de filtrado para el medio rural.
Tener una tubería de entrada del agua de la canaleta al tanque de almacenamiento.
Tener un dispositivo de extracción del agua por gravedad.
Tener un dispositivo para eliminar el agua de excedencias sin dañar al tanque o su cimentación.
Tener una tapa de acceso al interior para limpieza y reparaciones.
Tener un dispositivo para eliminar el agua durante su limpieza (desagüé)

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al Autor: Tertuliano Aquino- Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferro cemento – manual técnico (pág. 43), 2011.

Nota. Requisitos normativos que debe tener un tanque de almacenamiento de agua lluvia para poder ser instalado, con el fin de prevenir alguna tipo de falla.

Siguiente referencia “manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile” en este manual su principal sistema es de recolección tipo SCALL el cual lo emplean para la mayoría de viviendas residenciales o para zonas verdes comerciales; tomamos de dicho manual la recomendación de instalar filtros en la cubierta para eliminar los residuos que se puedan llegar a depositar sobre este. Con el fin de evitar que este llegue al tanque de almacenamiento.



[Figura 13.](#) Filtro para canales

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile - Captación de agua de lluvia en techos, 2015.

Se instaló una malla anti pájaros en las canales de la vivienda como se observa en la Figura 1, con el fin de evitar residuos contaminantes que lleguen al tanque.



[Figura 14.](#) Filtro para canales.

Fuente: Imagen de google – malla para canales, consultado 2018

Metodología

La metodología propuesta se ocupa de la relación entre la teoría planteada (Marco Teórico) y el producto que se espera obtener del prototipo generado como presentación del proyecto y a su vez el mejoramiento que se logró. Adicionalmente, cuenta con elementos de estudio de campo, diseño experimental para así obtener las variables de la investigación cuantitativa que se ven reflejados a través del planteamiento del objetivo general y específicos.

Se partirá desarrollándolo en diferentes etapas:

Etapa 1: Para lograr esta metodología “se requiere se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación” (Anónimo, 2015, párr. 26). Para poder analizar y sacar información similar para desarrollar la propuesta.

Etapa 2: Mediante el trabajo lograr que se enfoque en ser descriptiva y mostrar el comportamiento del sistema, teniendo en cuenta los referentes semejantes al tema del proyecto.

Etapa 3: Por ultimo tener los resultados descriptivos y conclusiones que se lograron a partir de hacer el estudio del sistema existente y aplicados al proyecto nuevo.

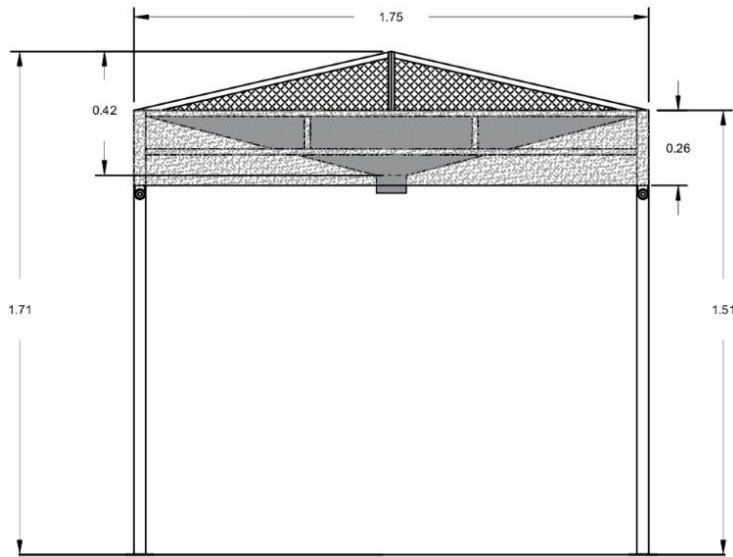
“La investigación o metodología cuantitativa se produce por la causa y efecto de las cosas” (Anónimo, 2015, párr.6). Con recursos más utilizados como entrevistas, análisis, descriptiva, mediante información numérica, grafica dando unos resultados descriptivos.

Propuesta

Teniendo como principal referencia la monografía de unos estudiantes de la universidad “sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia por gravedad” y al mismo tiempo sistema que se mejoró. Se muestra las fallas y soluciones que se plantearon, en la siguiente tabla. Sistema a mejorar “sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia por gravedad”.

Cubierta del sistema para la recolección de agua lluvia

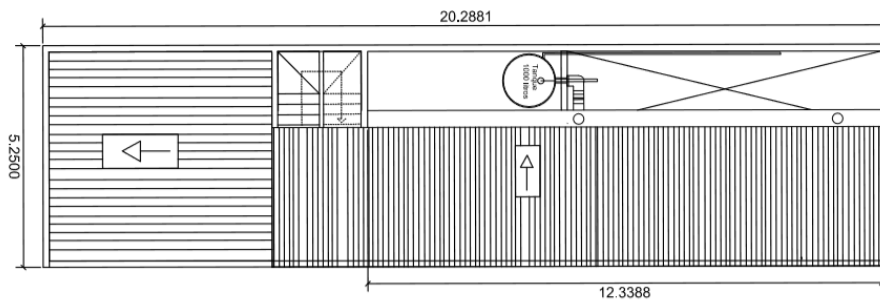
El proyecto cuenta con la Tolva en forma piramidal en la parte superior, con el fin de recolectar el agua lluvia y llevada después al tanque de almacenamiento.



[Figura 15:](#) Esquema de recolección del agua lluvia.

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.

Originalmente es una tolva en forma piramidal invertida de 1.75 metros de alto, se sustituye la tolva por la cubierta que tenga la vivienda donde se instale el sistema, ya que recolectara mayor agua lluvia que la tolva, y no se invertiría gastos en comprar una tolva para la recolección del agua, con la misma cubierta se minimiza ese gasto económico y tiempo en instalación.



[Figura 16:](#) Esquema propio de recolección de aguas lluvias.

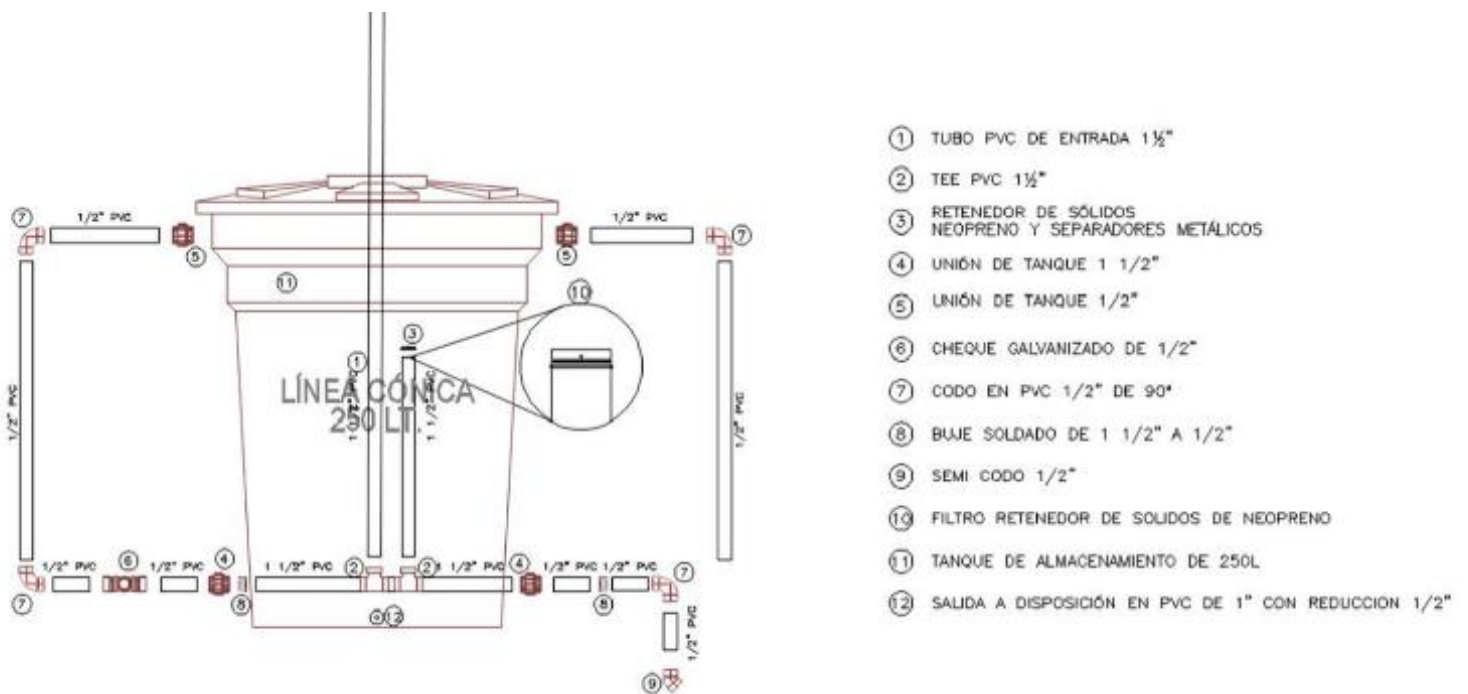
Fuente: Elaborado por autores, 2018.

En el caso de la cubierta se estaría recolectando más cantidad de agua lluvia en gran parte de ella, a diferencia de la tolva que recoge en una parte determinada de la casa y con un área cuadrada, y mucho menos cantidad.

Tanque de almacenamiento y componentes

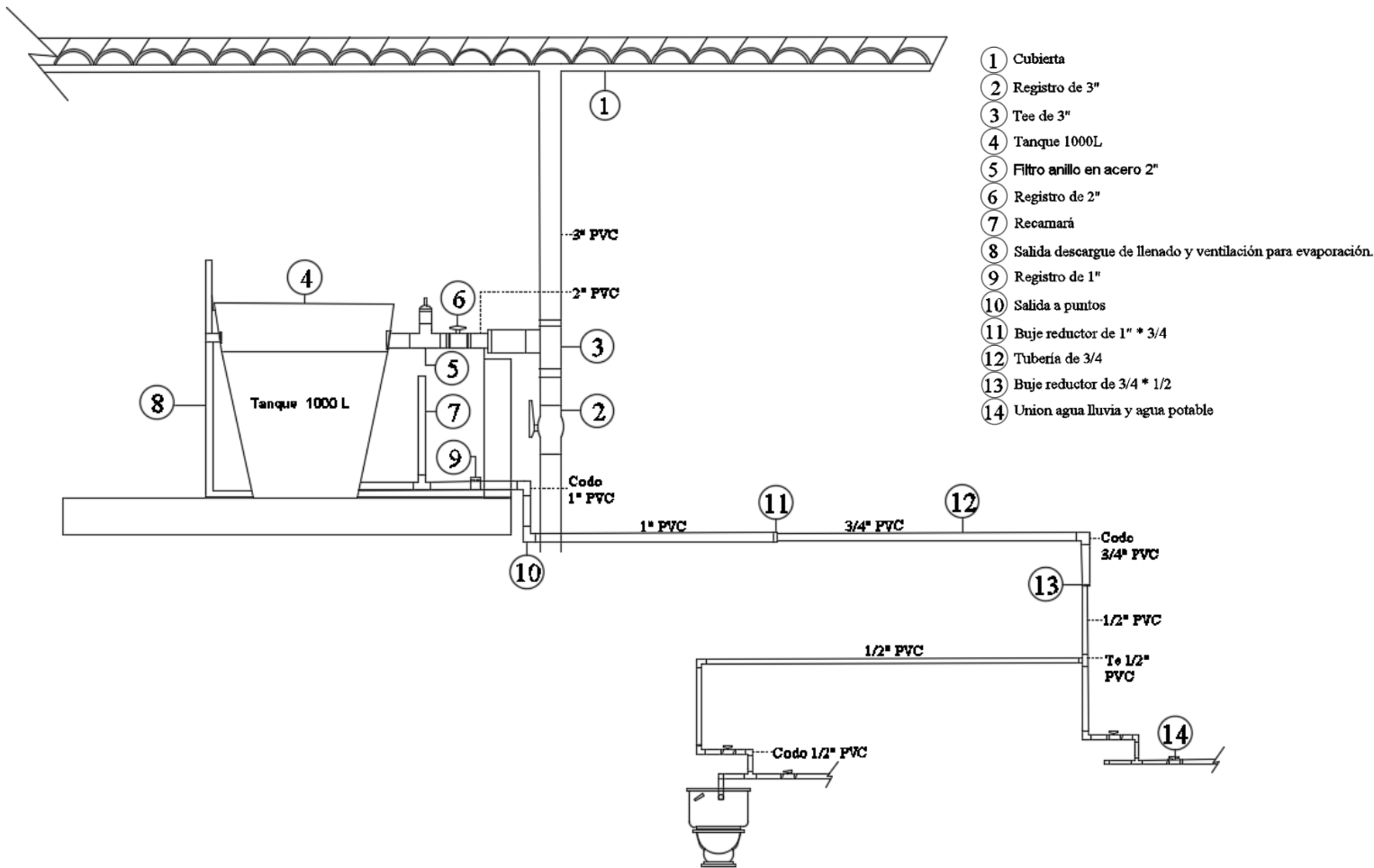
El tipo de tanque que tiene es de 250 Litros para una familia de 4 personas y para un solo uso que es la descarga de un inodoro; el tanque se reemplazó por uno de 1000 litros y los componentes que tenía se reemplazaron algunos de ellos.

El anterior sistema cuenta con 12 componentes instalados en el tanque como se logra observar en la (figura 16)



[Figura 17:](#) Esquema de tanque 250L.

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.



[Figura 18:](#) Esquema propio de recolección de aguas lluvias.

Fuente: Elaborado propia, 2018.

El tanque se reemplazó por uno de 1000 litros para la misma cantidad de personas (4) y para uso de inodoro, lavadora y alberca, se logró mayor recolección de agua y mejor uso de esta misma para varias actividades del hogar, y un menor costo económico al servicio público de agua potable, ya que con el tanque de 250 litros el agua que se repartía no era suficiente y recolectaba menos, debido también a la tolva que tenía. La idea es invertir en componentes más eficientes y que estos a su vez ayuden al mejoramiento del tanque y la distribución del agua lluvia.

Se implementa cambiar los dos filtros que este tiene, los cuales son una malla cafetera que va encima de la tolva y un filtro retenedor de sólidos. Por un filtro en maya metálica (aún no hay imagen) para recoger y retener componentes solidos pequeños que puedan pasar por los tubos en PVC, una maya en lo alto de las canales para retener solidos grandes como heces fecales de aves y no tapen los tubos del sistema. Contaría con una recamara con un tapón para el mantenimiento y la limpieza de la tubería de entrada, con el fin de que al tanque no lleguen solidos que puedan afectar el sistema y taponarlo. Se utilizara tubería en P.V.C de 1” para que aumente el caudal del agua, a la mitad del procedimiento se reducirá a tubería de $\frac{3}{4}$ para equilibrar presión y llegara a cada punto con tubería de $\frac{1}{2}$ P.V.C, 30 cm antes de llegar a cada punto tendrá un registro de $\frac{1}{2}$ Galvanizado. Esta tubería ira conectada a la del agua potable.

Cuando se vacié el tanque de agua pluvial se abrirá el registro de agua potable y se cerrara el del agua pluvial, para que no se llene este tanque con agua potable.

Gasto económico del prototipo instalado

Por otro lado se minimiza el gasto económico de la instalación del sistema, en el caso del sistema original se obtiene un total de \$ 928.940 pesos como se ve en la (Tabla 8)

Tabla 8

Presupuesto estimado del sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua Lluvia (SCALL)

Prosupuesto total del sistema			
Cantidad	Materiales	VR Unitario	VR Total
1	Tolva 1,75m x 1,75m en lona impermeable	\$ 530.000	\$ 530.000
1	Tanque aereo 250 L	\$ 80.990	\$ 80.990
1	Limpiador PVC	\$ 9.141	\$ 9.141
1	Soldadura PVC	\$ 9.890	\$ 9.890
2	Tuberia presion 1/2" 6m	\$ 10.790	\$ 21.580
1	Tuberia presion 1/2" 3m	\$ 17.990	\$ 17.990
1	Buje Presion PVC 1 1/2"	\$ 2.490	\$ 2.490
2	Te presion 1/2"	\$ 5.490	\$ 10.980
1	Buje Presion PVC 1" x 1/2"	\$ 890	\$ 890
1	Buje rosca presion 1/2"	\$ 3.990	\$ 3.990
1	Adaptador macho presion 1"	\$ 1.791	\$ 1.791
3	Adaptador macho presion 1/2"	\$ 300	\$ 900
3	Adaptador hembra presion 1/2"	\$ 270	\$ 810
1	Valvula cheque cortina 1/2"	\$ 20.990	\$ 20.990
1	Entrada tanque 1"	\$ 5.590	\$ 5.590
1	Union presion 1 1/2"	\$ 2.190	\$ 2.190
3	Entrada tanque PVC 1/2"	\$ 4.890	\$ 14.670
5	Te presion PVC 1/2"	\$ 490	\$ 2.450
12	Codo presion PVC 1/2"	\$ 360	\$ 4.320
4	Valvula registro bola 1/2"	\$ 5.390	\$ 21.560
1	Herramientas EPP's	\$ 120.000	\$ 120.000
1	Anclajes de 3/8" a placa	\$ 10.000	\$ 10.000
	Sub Total		\$ 893.212
	Imprevistos		\$ 35.728
	Total		\$ 928,940

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.

Nota: Se describe el presupuesto total que obtuvieron con el sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia (SCALL) y de la misma manera mostrando los componentes que este lleva.

En la (Tabla 9) se realizó el presupuesto total del sistema que se mejoró y los componentes que se utilizaron, en este caso su gasto es de \$ 493.370 pesos, en conclusión se ahorra un total de \$ 454.070 pesos

[Tabla 9](#)

Presupuesto estimado del mejoramiento del sistema (SCALL)

Prosupuesto total del sistema			
Cantidad	Materiales	VR Unitario	VR Total
1	Tee de 3" sent eco	\$ 2.000	\$ 2.000
3	3 metros de tubo sanitario de 3"	\$ 8.000	\$ 24.000
1	Limpiador PVC	\$ 9.500	\$ 9.500
1	Soldadura PVC	\$ 9.900	\$ 9.900
3	3 metros de tubo sanitario de 2"	\$ 6.000	\$ 18.000
1	codo de 2" sanitario	\$ 1.000	\$ 1.000
1	buje de 3 a 2"	\$ 1.000	\$ 1.000
2	adaptador macho de 2"	\$ 2.300	\$ 4.600
2	2 metros tubo presion 1"	\$ 3.800	\$ 7.600
2	adaptador macho presion 2"	\$ 2.500	\$ 5.000
2	adaptador hembra presion 2"	\$ 1.500	\$ 3.000
1	tubo repesion 1/2"	\$ 7.100	\$ 7.100
1	union presion 2"	\$ 1.170	\$ 1.170
2	Valvula bola rosca 1/2	\$ 550	\$ 1.100
1	Tanque recolector de agua 1000litros	\$ 188.000	\$188.000
1	Buje presion 3/4	\$ 600	\$ 600
1	cilindro gas butano	\$ 22.200	\$ 22.200
4	Codos de pulgada	\$ 2.500	\$ 10.000
1	Buje reductor de pulgada a 3/4	\$ 1.500	\$ 1.500
2	Union de 2"	\$ 1.500	\$ 3.000
1	Tubo 1/2" de 6m	\$ 8.900	\$ 8.900
2	Registros de 1/2"	\$ 12.900	\$ 25.800
2	Union de 1/2"	\$ 1.700	\$ 3.400
2	Union de 3/4"	\$ 500	\$ 1.000
2	Union de pulgada	\$ 18.000	\$ 36.000
3	Uniones de media	\$ 3.000	\$ 9.000
3	Metros de malla para filtro en canales	\$ 9.500	\$ 28.500
2	Codo 3/4"	\$ 700	\$ 1.400
1	Filtro anillo en acero 2"	\$ 60.000	\$ 60.000
	Sub Total	\$ 387.820	
	Total		\$493.370

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota: Se observa la cantidad de materiales que se utilizaron en el proyecto con el precio de cada uno y su total.

En las siguientes graficas se muestra la diferencia de valores en los materiales que cada sistema tiene cuanto se logró gastar, teniendo en cuenta que el tipo de materiales que cada uno tiene no son los mismos, solo es un cálculo individual.

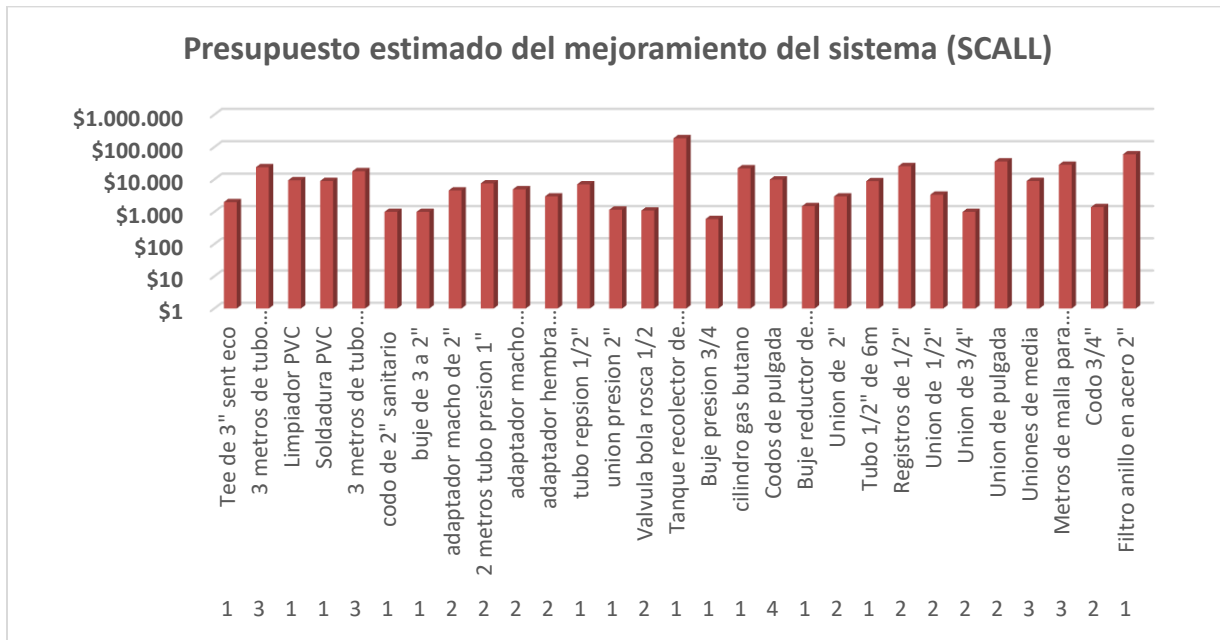
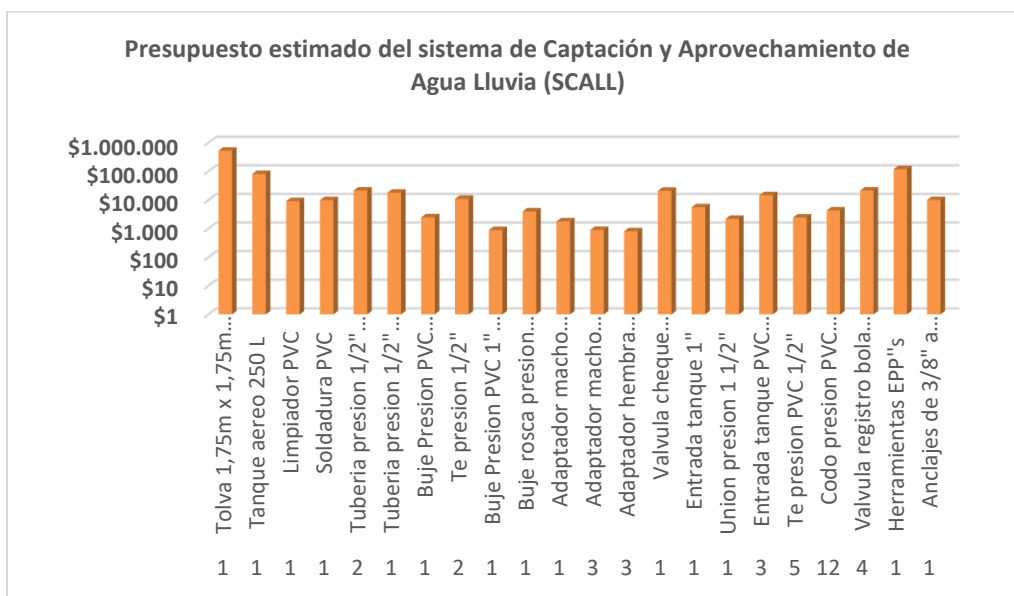


Figura 19: Grafica de presupuesto.

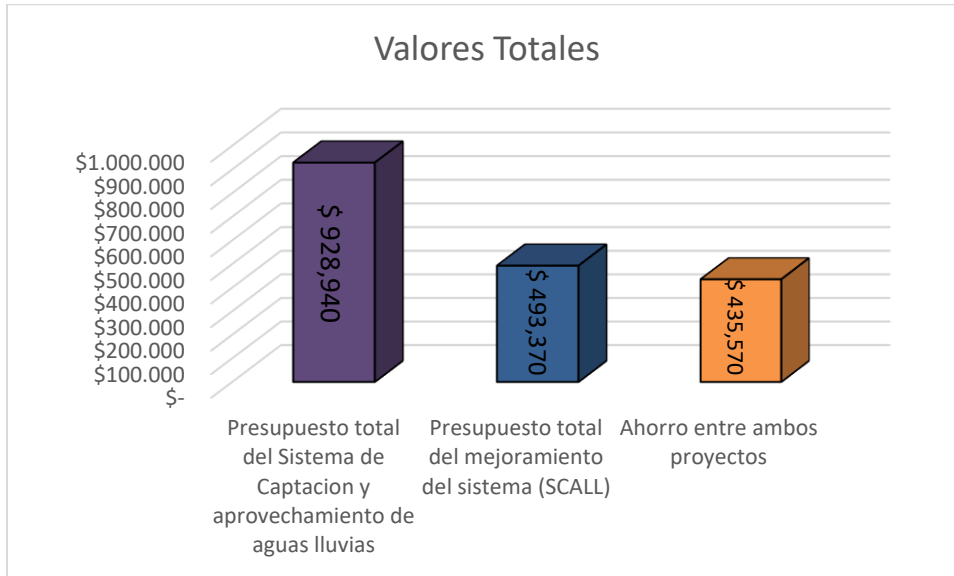
Fuente: Elaborado por autores, 2018.



[Figura 20:](#) Grafica de presupuesto.

Fuente: Elaborado por autores, 2018.

Se realiza una última gráfica mostrando el valor total de ambos proyectos para diferenciar el gasto económico que cada uno tiene y lo mismo el ahorro que se generó entre ambos proyectos.

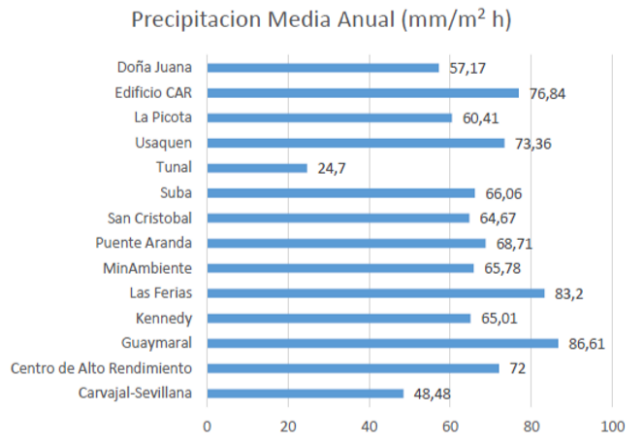


[Figura 21:](#) Grafica de presupuesto.

Fuente: Elaborado por autores, 2018.

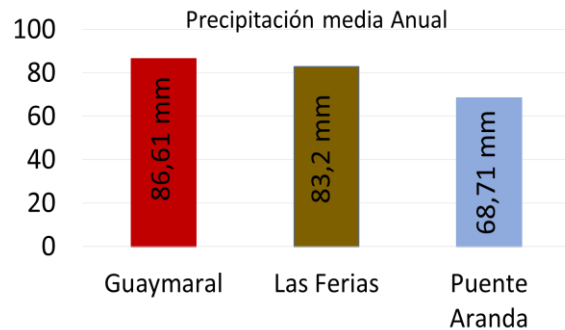
Régimen de lluvias de ambos lugares

Se realiza un comparación climatológica del lugar donde se instalado el sistema a mejorar, en el Barrio Puente Aranda; A su vez el sitio donde está proyectado el mejoramiento del sistema de recolección de aguas lluvias, Barrio las Ferias.



[Figura 22:](#) Grafica de precipitación del agua lluvia

Fuente: Universidad La Gran Colombia, Sistema de Reutilización de Aguas En Obra. Bogota D.C., 2017



[Figura 23:](#) Precipitación del agua lluvia

Fuente: Elaboración propia, 2018

- ❖ Precipitación anual de lluvia en el barrio Puente Aranda de **68,71mm**.
- ❖ Precipitación anual de lluvia en el barrio Las Ferias **83,2mm**
- ❖ Diferencia en milímetros de agua: **14,49**

Mensualmente la precipitación de estos sitios

Estarían en:

Puente Aranda: **5.72 mm**

Las Ferias: **6.93 mm**

Diferencia en milímetros de agua: **1,21**

De acuerdo con los estudios de los niveles de pluviometría de ambas localidades se establece el consumo del agua lluvia con el tanque de 1000 litros y la comparación con el tanque de 250 litros del anterior proyecto.

Tabla 10 de consumo de agua lluvia para 3 usos

Capacidad de almacenamiento y uso			
Tanque de 1000 Litros			
Uso	Sanitario 6L	Alberca 12L	Lavadora 11L
No Personas	4		
Descarga por día	12	N/A	N/A
Días de Suministro	14	3	3
Consumo de agua por semana en Litros	504 L	36 L	33 L
Total de agua	573 Litros x semana		

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota: De acuerdo con el anterior análisis de datos recolectados, el tanque de mil litros para uso de sanitario, alberca y lavadora estaría usando un total 573 litros por semana, es decir la mitad del agua lluvia almacenando dentro del tanque, de igual manera se analiza cada uso que se le da al agua lluvia por separado para obtener los datos más completos.

De acuerdo con los datos obtenidos de la (Tabla 10) del consumo del agua lluvia con el tanque de 1000 litros se realizó una comparación con el anterior sistema que cantata cantidad de agua se estaría utilizando, así como se muestra en la (Tabla 11) Teniendo en cuenta el anterior sistema esta implementado para la misma cantidad de personas pero con un tanque de 250 litros se analizó que con ese sistema la cantidad de días suministrados es relativamente menor; de la misma forma utilizando un tanque de 500 y 1000 litros, sin tener en cuenta que dicho sistema está haciendo uso de solo una actividad (sanitario), a diferencia del sistema mejorado que está abasteciendo 3 actividades de la vivienda.

Tabla 11 Consumo de agua lluvia para sanitario

Capacidad de almacenamiento para descarga de sanitario				
Tanque	Descargas	No. Personas	Descargas por día	Días de Suministro
250 L	31,25	4	12	3
500 L	62,5	4	12	5
1000 L	125	4	12	10
Total de agua	625 Litros por semana			

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.

Nota: Se muestra el análisis que se obtuvo en una vivienda de 4 personas y el uso que le están dando diariamente a un sanitario, sus descargas y días suministrados. Se hace el análisis con tres diferentes tanques de almacenamiento.

Pruebas

De acuerdo al uso que se le dio al agua propuesta en el trabajo se le realizan dos pruebas las cuales son de calidad de agua ya que el agua captada en los techos de la vivienda no tiene ningún tratamiento previo a parte de los filtros. La segunda prueba es de filtración para determinar si llega a presentar algún escape en la instalación y para mostrar la función de los filtros que cuenta el sistema.

Prueba de calidad de agua

Se debe tener en cuenta que la calidad de agua lluvia no es óptima para el consumo humano debido a la contaminación atmosférica, se genera la lluvia acida y la acumulación de material contaminado en las cubiertas. De acuerdo con la resolución 2115 de 2007, las características físicas y químicas del agua para consumo humano no puede sobrepasar los valores máximos como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 12 Condiciones de agua potable tratada

Características	Expresadas en	Valor máximo permitido
Color	Unidad platino Cobalto UPC	15
Olor y Sabor		Inobjetable
Turbiedad	Unidades Nefelometrías	2
Solidos Totales	Mg/L	200

pH		6.5 – 9.0
----	--	-----------

Fuente: Invima agua potable para consumo humano, 2014

Nota: Siempre para hacer que el agua lluvia pueda ser consumo humano debe tener un tratamiento especial debido a los contaminantes de las cubiertas, el cual se muestran las características en la tabla y su valor máximo que debe tener, todo ello se elabora en un laboratorio de química en el cual hacen el estudio el agua.

Consumo de agua potable en la vivienda.

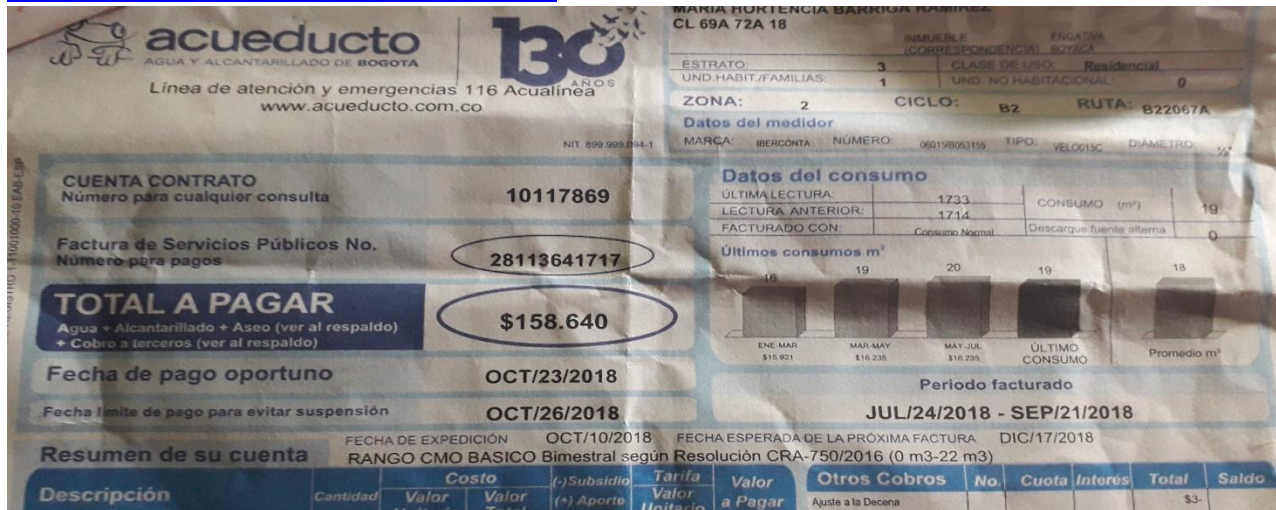


Figura 24: Consumo en la vivienda de agua potable.

Fuente: Elaboracion propia, 2018.

Se consume un 19m³ en el mes de julio 24 a septiembre 21 de agua potable, con el tanque de almacenamiento de agua lluvia se consumen 15m³ de agua potable; lo que quiere decir que con el tanque se está ahorrando un 4m³ por cada facturación del recibo público.

Prueba de filtración

Con base en el referente “Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile” (Pizarro, et al, 2015). se llevó a cabo la instalación de filtros, con el objetivo de lograr un agua óptima para el uso que se le quiere dar. Se plantea hacer un filtro de primeras aguas lluvias, ya que el agua que se capta en la cubierta contiene impurezas y residuos y que pueden afectar la salud de las personas.

El agua lluvia captada en la cubierta de la vivienda es canalizada por la tubería de 3” llevada a un buje reductor de 3” a 2” pulgadas el cual el agua llega al filtro como se

observa en la (Figura 25 y 26) y este hace su proceso de recolección de contaminantes del agua lluvia.



[Figura 25:](#) Filtro de agua lluvia 2mm.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



[Figura 26:](#) Filtro de agua lluvia 2mm.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los 4 primeros litros de agua lluvia que caen a la cubierta no son recolectados directamente al tanque de almacenamiento, estas primeras aguas se dejan bajar normalmente a las bajantes de la vivienda ya que estas se encargan de limpiar las canales de pequeños sólidos. Después de ese procedimiento se cierra el registro de 3” para que el agua que cae de las cubiertas se dirija hacia el tanque pasando por un registro de 2” el cual este es el que permite que el agua llegue al tanque. Como se observa en la (Figura 26 donde esta explicado el proceso del agua lluvia al tanque.) y por último pase por el filtro y sea almacenada en el tanque de 1000 litros.

El filtro tiene como fin recolectar la mayor impureza que llegue con el agua lluvia y no contamine tanto el agua para el uso que se le estará dando, este filtro está adaptado a medida con la instalación del tanque, cuenta con una malla en acero en forma paralela, con el fin de que la primera malla recoja los primeros sólidos y la segunda malla logre capturar los que lleguen a pasar por la primera malla. Un tubo en PVC de 2” pulgadas de 11 Cm y un tapón liso en PVC para retirar la malla y hacerle la limpieza adecuada.

Cuenta con un segundo filtro en el interior del tanque como se observa en la (Figura 28) el cual retiene algunos posibles solidos que no alcanzo a retener el primer filtro de 2mmm esto con el fin de que el agua lluvia salga menos contaminada.



[Figura 27:](#) Filtro en el interior del tanque.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



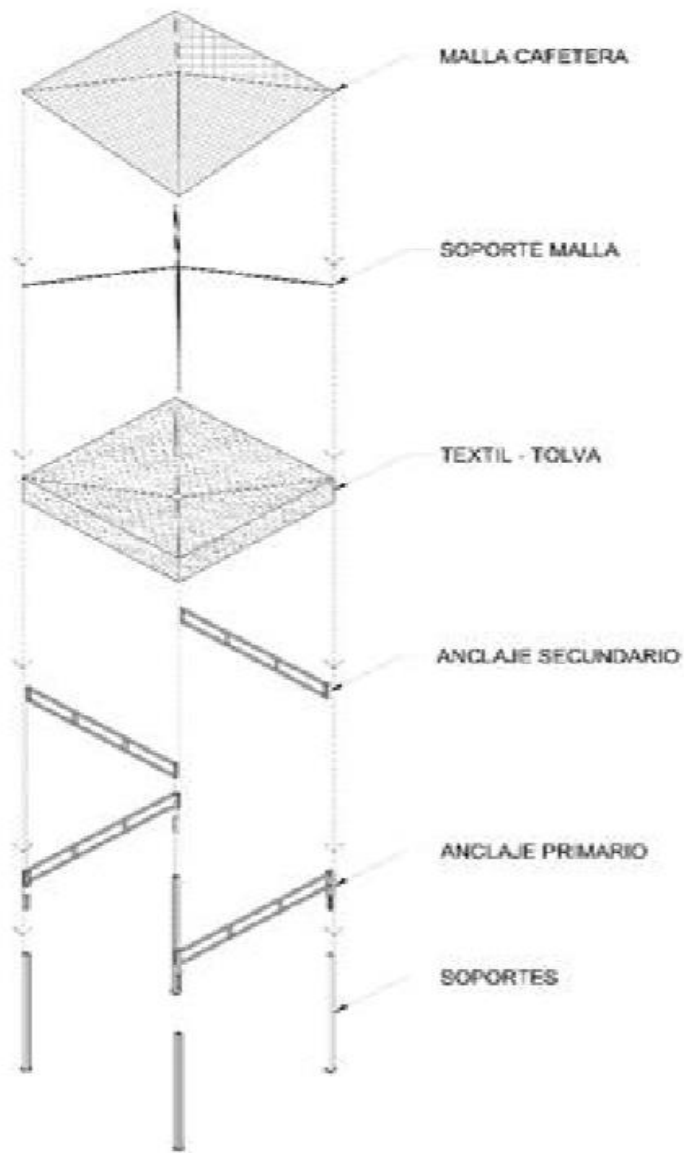
[Figura 28:](#) Filtro en el interior del tanque.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Mantenimiento

En el proyecto a mejorar, el mantenimiento en ese sistema no es muy específico, no requiere uno frecuente; sin embargo al analizar el sistema se concluye que el mantenimiento debe ser muy necesario y frecuente, ya que la tolva estará expuesta al aire y todos los contaminantes que se encuentren en ese lugar.

En la (Figura 29) se observa que la estructura principal es armable y cuenta con una altura de 1.71 metros lo cual el mantenimiento es necesario para mantener limpia la parte superior de la tolva, sin embargo el mantenimiento de ese sistema es riesgoso para la gente porque cada vez que se necesite hacer limpieza la persona tiene que desarmar la estructura para poder limpiar o subirse a lo alto y limpiarla. El tanque de 250 litros tampoco se logra evidenciar que estructuren un mantenimiento.



[Figura 29:](#) Estructura de la Tolva

Fuente: Monografía Sistema De Captación Y Aprovechamiento De Agua Lluvia Por Gravedad, 2017.

Por otro lado se propuso para el proyecto actual tres diferentes mantenimientos para mantener el agua lo más limpia posible, El tanque de 1000 litros se le hará mantenimiento de 3 a 6 meses dependiendo las épocas de lluvia debido a la cantidad de agua lluvia que se llega a reunir dentro del tanque, es necesario para mantenerlo libre de malezas que se lleguen a captar en las canales y filtros, con el fin de eliminar los obstáculos que impidan la esorrentía.

El segundo mantenimiento que se realizara será siempre antes de la época de lluvia limpiar las, canales y salidas de las bajante; ese mantenimiento se realizara al comenzar la época de lluvias, y lo mismo al finalizar. Semestralmente.

El último mantenimiento es el filtro en acero porque concentrara la mayor cantidad de impurezas que le puedan llegar al tanque, se le realizara cada 15 días, dependiendo que tanto llegue a llover en el mes como se ve en la (Figura 30 y 31) los filtros son desarmables y se pueden limpiar de manera sencilla con agua y colocándolos de nuevo en el tanque de almacenamiento.



[Figura 30:](#) Mantenimiento de primer filtro.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



[Figura 31:](#) Mantenimiento de primer filtro.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Estos mantenimientos se llevaran a cabo para evitar creación de algún microorganismo que aceleren los procesos de contaminación, especialmente en épocas de bajo consumo donde no se utilizara a menudo este sistema.

Resultados finales del prototipo

En las siguientes imágenes se evidencia el resultado final de la instalación con sus componentes y distribución de la instalación dentro de la vivienda.



[Figura 32:](#) Etapa 1.

Fuente: Elaboración propia.

La primera etapa de instalación del prototipo es intervenir la bajante de agua lluvia que tiene la vivienda instalando en el los tubos de 3", tee y codos, como a su vez un registro de 3" en PVC con el fin de retener el agua y no siga bajando si no que se dirija por la nueva instalación para que llegue al tanque de almacenamiento.



[Figura 33](#): Etapa 2.

Fuente: Elaboración propia.



[Figura 34](#): Etapa 2

Fuente: Elaboración propia.

En su segunda etapa se utiliza un buje reductor de 2" para así colocar toda la tubería que conectara con el tanque de almacenamiento, se añade un segundo registro en este caso de 2" en PVC el cual da acceso al agua lluvia para que llegue al tanque, se coloca el segundo filtro con el fin de que si se llena el tanque se cierra el registro para que no se llene y el agua se devuelva por la bajante de la vivienda ya establecida.

Continuamente después del registro de 2" se instala el primer filtro de malla en acero con un diámetro de 2mm en la malla, este será el primer filtro que contara el sistema para su recolección de contaminantes sólidos y partículas pequeñas que lleguen de la canal y cubierta de la vivienda.



[Figura 35](#): Etapa 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



[Figura 36](#): Etapa 3.

Fuente: Elaboracion propia, 2018.

En la siguiente etapa se procede a colocar en el tanque de almacenamiento una tubería de 1” en PVC con el fin de que cuando se llene el tanque el agua empieza a salir por la tubería de 1” que está detrás del tanque y esta agua se dirige a la bajante de la vivienda como se observa en la imagen.

En la (Figura 37) se realizó la etapa 4 del proyecto colocando el desfogue del tanque de 1000 litros y en tubería de 1” en PVC con un registro que permita pasar el agua a los puntos que se quieren alimentar de la vivienda con el agua lluvia.

Observando la (Figura 38) se distribuye la tubería de la cual ira el agua lluvia a los puntos para abastecer la cisterna, lavadora y baño.



[Figura 37](#): Etapa 4.

Fuente: Elaboración propia.



[Figura 38](#): Etapa 4.

Fuente: Elaboración propia.

En la última etapa se instala dos registros de 1" uno para bloquear el agua potable y que no alimente los puntos que se tendrán agua lluvia y el otro registro para darle acceso al agua almacenada que está en el tanque de almacenamiento como se observa en la (Figura 37).



[Figura 39](#): Etapa 5.

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras se mostrara los puntos que tendrán agua lluvia, la (Tabla 11) muestra el consumo de usa actividad con el agua lluvia.



[Figura 40:](#) Alimentación de agua lluvia para alberca.

Fuente: Elaboración propia.



[Figura 41:](#) Alimentación de agua lluvia para lavadora.

Fuente: Elaboración propia.



[Figura 42:](#) Alimentación de agua lluvia para sanitario.

Fuente: Elaboración propia.

Ventajas del sistema mejorado (SCALL)

- Es un sistema independiente que solo se le hará mantenimiento semestralmente y sin riesgos.
- Menor gasto de instalación en la vivienda.
- Fácil y rápido mantenimiento al tanque y filtros.
- Gran reducción de costos en agua potable.
- Mayor uso del agua lluvia en actividades domésticas.
- Amigable con el medio ambiente ya se reduce el mal uso del agua potable.

Desventajas Del Sistema De Recolección (SCALL)

- La cantidad de agua captada depende de las precipitaciones del lugar y del área de captación.
- Si se quiere convertir en agua para consumo los gastos sumarian en la instalación.

Conclusiones

Este sistema de agua lluvia por gravedad genera un gran ahorro al momento de instalarlo en una vivienda debido a que el sistema depende totalmente de la precipitación de lluvias de la localidad que se encuentre, en la ciudad de Bogotá se presta para instalarlo con las recomendaciones necesarias que se deben tener en cuenta, como por ejemplo su mantenimiento y que no podrá ser para consumo humano.

El sistema que se mejoro tuvo un gran ahorro y menor gasto tanto en instalación como en recibo público del agua potable; además de ambos proyectos ser auto sostenible, el sistema que se mejoró estaría ayudando mínimo 3 actividades del hogar para una semana y tres días, siempre y cuando el tanque este ocupando los 1000 litros de agua lluvia. Por otro lado se encontró la manera de reemplazar algunas partes del anterior sistema para que este fuera más eficiente y tuviera menos tiempo de instalación. Con un mantenimiento de cero riesgo ya que toda la instalación estará en un lugar seguro y no más a una altura de 1.20 metros.

De acuerdo a las pruebas realizadas de la instalación del sistema de agua lluvia SCALL se puede concluir que:

1. Tiene un mayor desempeño en la instalación, más eficiente y fácil en tiempo de instalarse; realizado en 5 horas y 12 minutos. Teniendo en cuenta el proyecto a mejorar el cual tiene un aproximado de 15 horas para realizarse a su totalidad.
2. Menor gasto económico en la instalación, su comparativo fue de 435.570 pesos m/cte a favor.
3. Se distribuyó a servicios del hogar como: Alberca, Cisterna, Lavadora, Limpieza de pisos. A comparación del proyecto a mejorar que alimenta un punto sanitario.
4. El sistema de aprovechamiento por gravedad solo alimenta un punto sanitario el cual consume a la semana 625 L (Tanque de 250 L). El Sistema con el que se mejoro tiene consumibles más puntos y gasta a la semana 573 L (Tanque de 1000 L).
5. El prototipo tuvo un ahorro al recibo del agua de 20% esto en 1 mes y 15 días antes de la facturación. Por lo tanto este cuenta con las características suficientes para salir al mercado y ser vendido, ya que su inversión es recuperable en 15 meses Aprox. Este dato puede ser variable dependiendo su uso y consumo.

Bibliografía

Atlas ideam. (2014). Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>

Cortes, E. (s.f.). Título del artículo. *4 años para salvar el agua e Bogotá*. Recuperado de https://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/salvar_agua_bogota/

Información aeronáutica ideam. (2000). Recuperado de

<http://bart.ideam.gov.co/cliciu/bogota/precipitacion.htm>

Información aeronáutica temperatura ideam. (2000). Recuperado de

<http://bart.ideam.gov.co/cliciu/graficas.htm>

Fernandes, A., Nieto, C. & Hidalgo, E. (2017) *Sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia por*. (Trabajo de grado) Universidad la Gran Colombia, Bogotá, Colombia.

Castellanos, L., García, P. (2015) *Diseño e implementación de un prototipo de sistema de recolección y tratamiento aguas lluvias en casa multifamiliar para uso doméstico en el barrio consuelo localidad de Rafael Uribe Uribe*. (Trabajo de grado) Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Sistema de captación y filtrado de aguas lluvias (s.f.) Recuperado de

<http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/coltasas/cap1.pdf>

Suárez, L., Rodríguez, J. (2014) *Recolección y reutilización de aguas lluvias en viviendas de interés social y bajos recursos en el barrio yomasa en la ciudad de Bogotá D.C*. (Trabajo de grado) Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Organización manual de la salud BVSDE. (2004). Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>

Tertuliano, A. (2011). Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferro cemento. (Ed. México) *Manual técnico* (pp. 43-112). Bogotá, Colombia: Editorial Instituto Politécnico Nacional, 2006.

Roberto et al. (2015) *Manual de diseño y construcciones de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de chile*. Recuperado de

<http://ctha.utralca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/Manual%20Scalls%20Unesco%202015.pdf>

Anexos

Filtros de limpieza

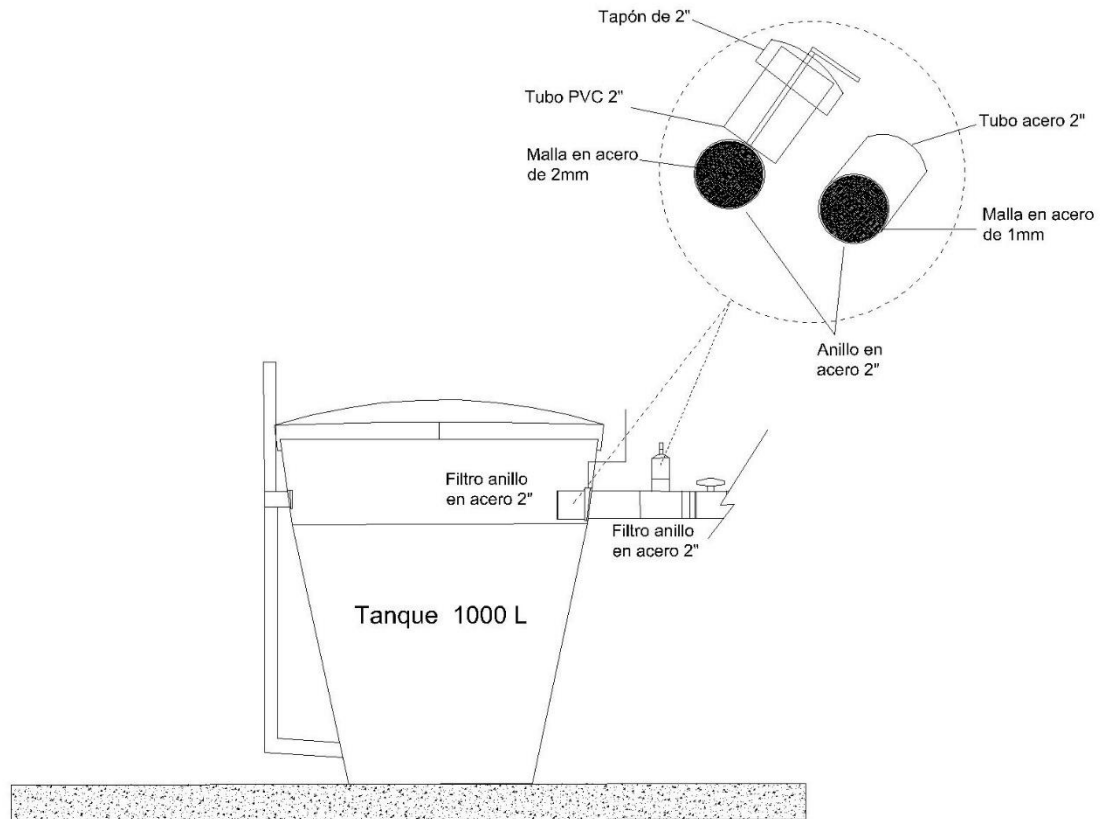
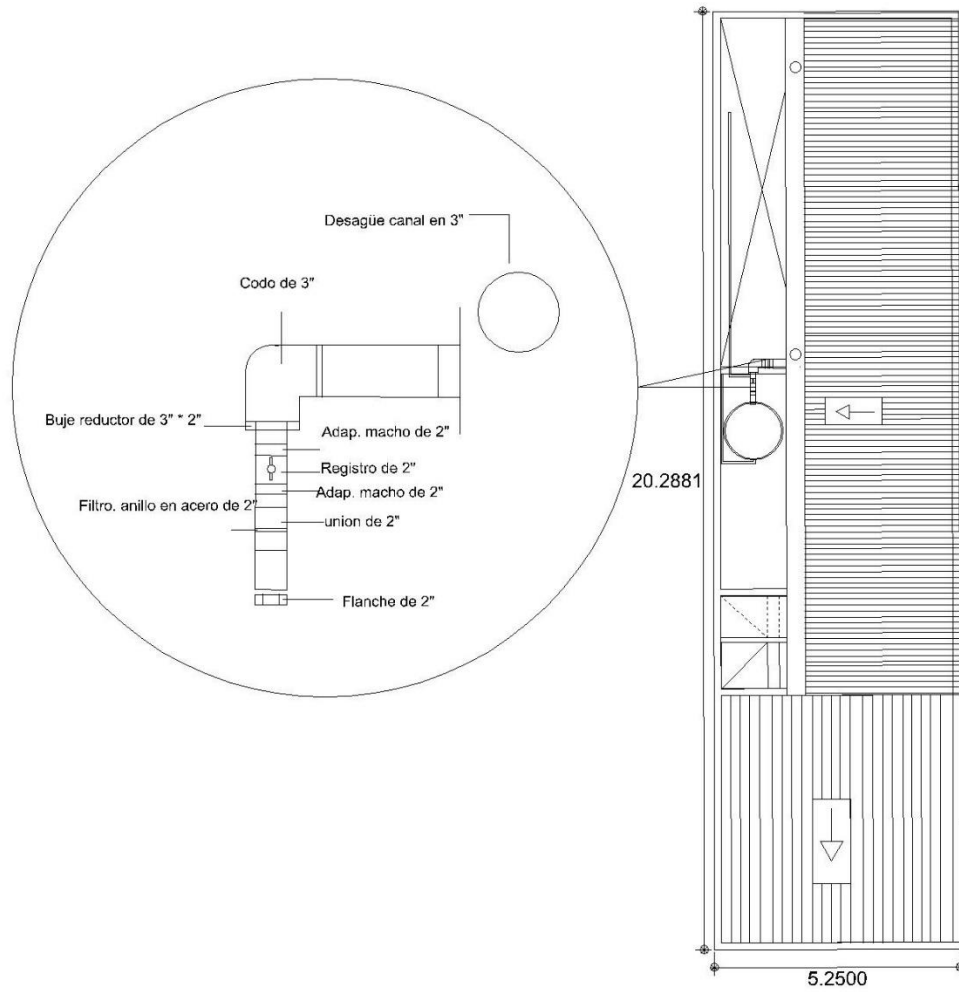


Figura 43: Filtros de limpieza del tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Detalle de instalación 1



[Figura 44:](#) Detalle de instalación del prototipo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Detalles de instalación 2

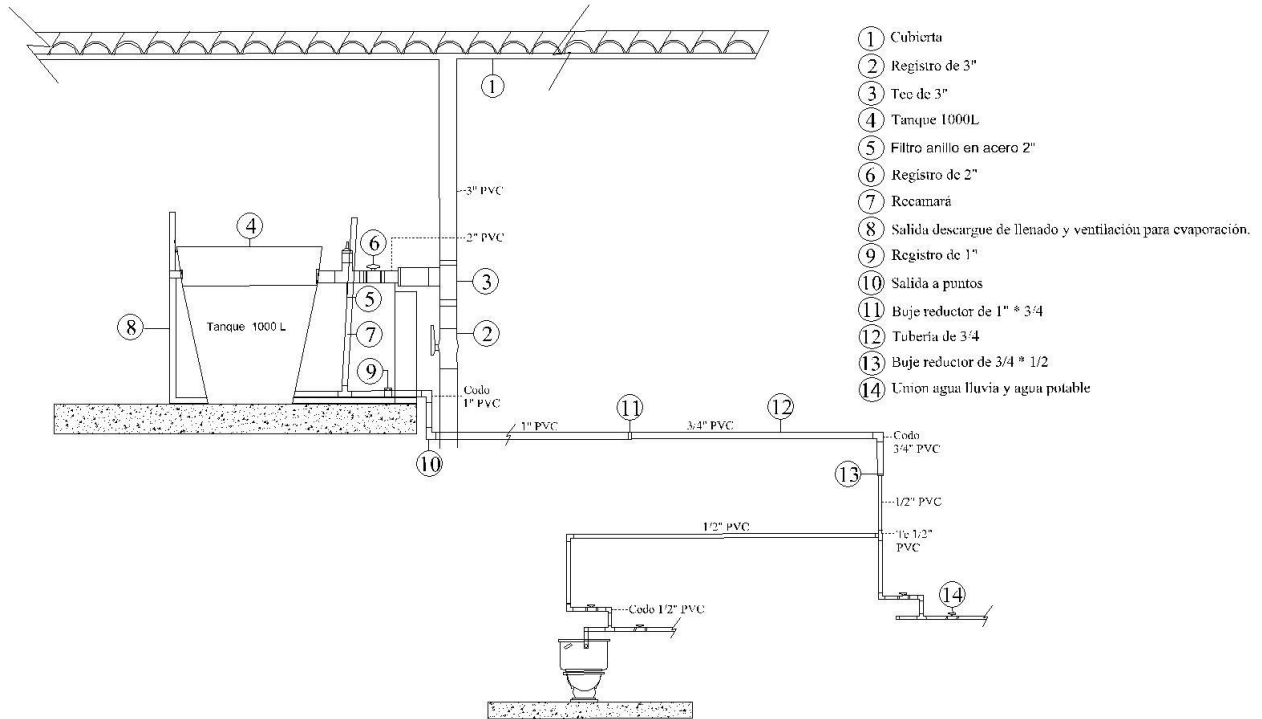


Figura 45: Detalle de instalación del prototipo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Detalles de filtro de limpieza 2

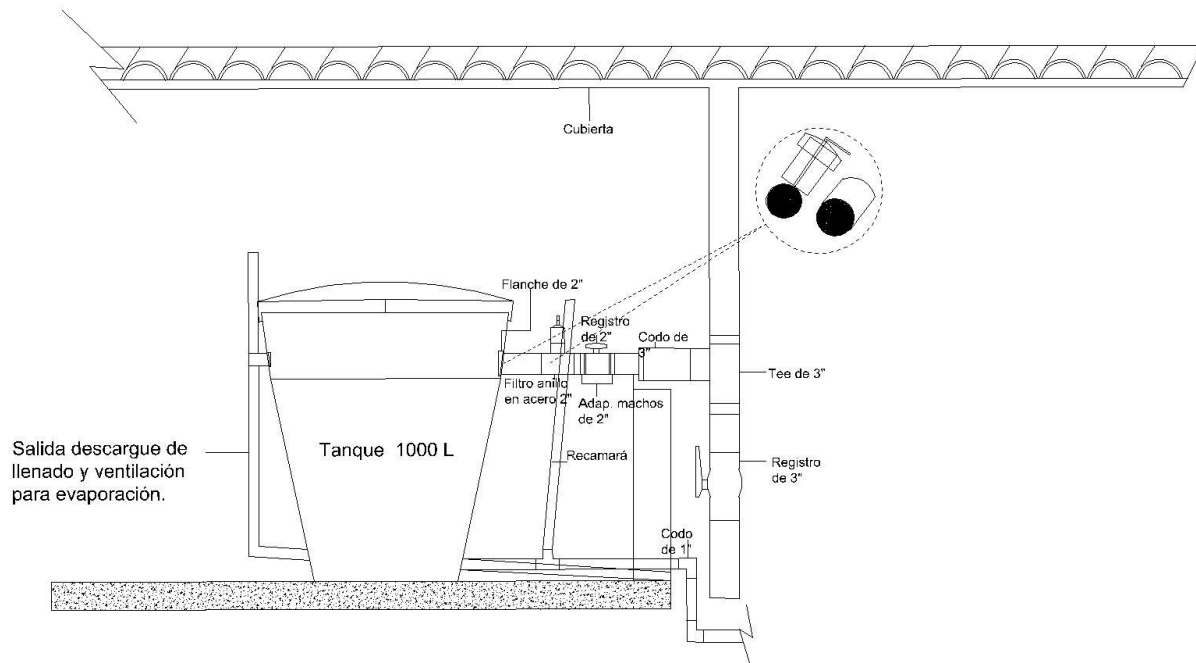


Figura 46: Filtros de limpieza del tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2018.