

SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS EN OBRA

HERNANDO LIEVANO JIMENEZ

SERGIO MAURICIO RODRIGUEZ

RICARDO JOSE BARON PIÑEROS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTÁ D. C., MAYO DE 2017

**PRESENTADO PARA OPTAR AL TITULO DE TECNOLOGO EN
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS**

DIRECCION DE TRABAJO

Dra. ARQUITECTA ANDREA NIAMPIRA DAZA



UNIVERSIDAD LA GRANCOLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTÁ D. C., MAYO DE 2017

NOTA DE ACEPTACION

Observaciones

**ARQ. NELSON CIFUENTES V.
COORDINADOR PTCA**

**ARQ. LILIANA PATIÑO.
COORDINADOR NUCLEO DE ENFASIS**

JURADO 1

JURADO 2

BOGOTÁ D.C., MAYO 2017

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del presente proyecto se realizó gracias al apoyo y colaboración de varias personas que tuvieron diferentes intervenciones durante su proceso, pero que fue de vital importancia para los resultados obtenidos. Agradecemos en primera instancia a Dios, por permitirnos alcanzar con éxito todos los logros propuestos, brindándonos perseverancia y paciencia, en los momentos de mayores dificultades que se nos presentaron a lo largo de este proceso académico.

A la Universidad La Gran Colombia por brindarnos la oportunidad de ambientes de aprendizaje de calidad, acompañados de docentes, con alto profesionalismo en su desarrollo catedrático, que nos colaboraron en todo momento para que creciéramos, a nivel académico, pero también personal.

A nuestros familiares quienes compartieron, apoyaron y nos fortalecieron para seguir adelante en cada una de las etapas de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

1. TABLA DE IMÁGENES	6
2. LISTA DE TABLAS.....	7
3. RESUMEN	8
3.1. PALABRAS CLAVES:.....	9
4. ABSTRACT	10
4.1. KEYWORDS:.....	11
5. INTRODUCCION.....	12
5.1. OBJETIVO GENERAL	14
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
6. MARCO REFERENCIAL.....	15
6.1. HIPERMERCADOS ALKOSTO.....	16
6.2. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	16
6.3. INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA.....	17
6.4. SISTEMA CAPTACION DE AGUAS LLUVIA PARA ESTADIO DE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	17
6.5. EDIFICIO POSGRADOS DE CIENCIAS HUMANAS UNIVERSIDAD NACIONAL EN BOGOTÁ.....	18
6.6. DEPOSITO FLEXIBLE PARA LIQUIDOS.....	19
7. MARCO TEORICO.....	21
8. MARCO NORMATIVO.....	37
9. DESARROLLO METODOLOGICO.....	42
9.1. DISEÑOS DEL SISTEMA.....	44
10. CONCLUSIONES.....	55
11. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION	56
12. ANEXO.....	57
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66

1. TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1: Distribución Espacio-Temporal de la precipitación en Colombia (mm).....	22
Imagen 2: Precipitaciones Máximas Absolutas en 24 horas anuales.....	23
Imagen 3: Cuadro de zonificación de lluvias.....	27
Imagen 4: Ubicación de las obras analizadas en las localidades de la ciudad de Bogotá.	30
Imagen 5: Obra Tenerife.....	31
Imagen 6: Obra portus	32
Imagen 7: Obra Mediterráneo Alejandría	33
Imagen 8: Cubierta de vivienda base	43

2. LISTA DE TABLAS

Tabla 1: precipitaciones mensual, anual y multianual en la ciudad de Bogotá.	24
Tabla 2: Promedio de precipitaciones mensuales de los últimos 10 años	25
Tabla 3: Análisis de precipitaciones por estación.....	26
Tabla 4: Análisis de Temperatura por estación.....	28
Tabla 5: Consumo de Agua Potable por Obra en los casos de estudio analizados en (m ³).....	29
Tabla 6: Consumo de agua obra Mirador del Este.....	33
Tabla 7: consumo de agua de hidrolavadoras según referencia.....	35
Tabla 8: Normativa vigente de sistemas de aprovechamiento de agua.	41

3. RESUMEN

El agua es un recurso vital para todas las especies incluyendo el ser humano de este depende no solo la salud y la supervivencia de las personas, también es parte esencial de las múltiples actividades que se realizan día a día para lograr una mejor calidad de vida, actualmente este recurso se ve amenazado por es el riesgo de disminución global de las fuentes de agua dulce, el 97,5% del agua total existente en el planeta es salada, mientras que solo el 2,5% restante es agua dulce, de la cual el 79% se encuentra en forma permanente en los hielos polares y glaciares, por lo tanto no está disponible para su uso. Del agua dulce en estado líquido, el 20% se encuentra en acuíferos de difícil acceso por su nivel de profundidad en el que se hallan, y solo el 1% restante es agua dulce superficial de fácil acceso, esto representa el 0,025% del agua del planeta (Greenpeace Colombia, 2003).

La actividad de la construcción es considerada como una de las actividades que más genera residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía, la construcción consume en su ciclo de vida, más del 40% de toda la energía producida en el planeta (Greenpeace Colombia, 2003), desde sus etapas preliminares, vida útil, y demolición de una edificación, de este modo, la implementación de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvia durante el proceso de construcción es una práctica que genera el uso racional del agua potable y contribuye en minimizar con la problemática de escasez del recurso hídrico.

Este trabajo presenta un análisis económico y técnico del aprovechamiento de aguas lluvia como alternativa para el lavado de maquinarias, curado del concreto, sanitarios y cortadora de ladrillo, al proponer un sistema hidráulico para la captación y utilización de aguas lluvia; Se trabajan tres objetivos principales para afirmar la viabilidad del proyecto, tales como -definir el diseño para el sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua lluvia, - establecer las desventajas y ventajas del sistema hidráulico implementado en una obra de construcción y - determinar los costos de implementación y mantenimiento del sistema de reutilización.

La investigación se centra en la ciudad de Bogotá analizando las precipitaciones presentadas al año, en las diferentes localidades de la ciudad, -Se desarrolla un estudio para determinar los meses en los cuales se presentan mayores y menores niveles de pluviometría para focalizar la viabilidad del sistema de captación y aprovechamiento de aguas lluvias en distintas obras distribuidas en las localidades de la capital.

3.1.PALABRAS CLAVES:

Precipitación, Rapidez de Evaporación, Captación de aguas lluvias en obra.

4. ABSTRACT

Water is the main resource that the human being has to survive, this depends not only on the health and survival of people, is also an essential part of endless activities that take place every day to achieve a better quality of life, however, the problem of the vital resource is the risk of a global decline in sources of fresh water 97.5 per cent of the total number existing on the planet is salt water, while only the remaining 2.5% is fresh water, of which 79% is permanently in the polar and glacial ice, therefore it is not available for use. Liquid fresh water in the State, 20% is located in difficult to access aquifers for its level of depth that are, and only the remaining 1% is freshwater surface of easy access, this represents 0.025% of the water on the planet.

The building construction is one of the activities which generate more waste, pollution, transformation of the environment and considerable energy use, since the beginning planning, lifecycle, and demolition. The implementation to collecting systems of rainwater during the process of building is a practice to generate the rational use of sweet water and contribute to solve the problem of scarcity without compromise the regulation parameters of the national Government.

This work presents a technical and economic analysis of the utilization of rain water as an alternative to washing machines, cured concrete, health and brick cutter, proposing a hydraulic system for the uptake and utilization of water rain; Three main objectives is working to confirm the viability of the project, such as - set design for the system of collecting, storage and distribution of water rain - establish the disadvantages and advantages of the hydraulic system implemented in situ construction and - determine the costs of implementation and maintenance of the system for reusing.

The research on precipitation submitted per year focusing, in Bogota City different locations, is developed to determine the months in which major and minor rainfall levels are presented to so focus on the viability of the system of recruitment and utilization of rainwater in different works distributed in the towns of the capital.

4.1.KEYWORDS:

Precipitation, Evaporation rate, collection rainwater in building construction.

5. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objetivo, desarrollar un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias para su reutilización en obras de construcción; en la actualidad se presenta una tendencia de escasez global de agua potable, recurso desperdiciado en gran medida dentro de las actividades de la industria de la construcción. El sistema propuesto se plantea mediante el desarrollo de modelos prácticos para la captación, almacenamiento y distribución del agua para actividades de obra en la cuales no es obligatoria su potabilidad, actividades tales como curado del concreto, lavado de maquinaria, cortadora de ladrillos entre otras.

En el desarrollo de este proyecto, se realiza una investigación sobre el promedio de precipitaciones anuales en las distintas estaciones meteorológicas de la ciudad de Bogotá, para determinar la cantidad de aguas lluvias que potencialmente puede ser captada y aprovechada en las obras de construcción, así mismo estimar los meses de mayor y menor precipitación y lugar donde se presentan para proponer un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias. El desarrollo de este trabajo de grado se plantea como contribución a la reducción del consumo de agua potable, el cual pueda ser replicado en otras ciudades de Colombia.

Respecto al manejo de aguas en las obras se plantea hacer un mejor uso no solo del agua potable sino que también de las aguas lluvias, por lo cual se plantea un sistema que facilite la captación, almacenamiento y reutilización de este recurso, en la ciudad de Bogotá D.C, mediante la implementación de los modelos de cubierta diseñados. El modelo está conformado principalmente por tela impermeable, el modelo es planteado para utilizar las cubiertas del campamento de obra, como casino, baños, cuartos de acopio, cuartos de trabajadores y oficinas entre otros.

Para desarrollar el estudio de precipitaciones presentadas en Bogotá es necesario hacer una recolección y análisis de datos proporcionados por las entidades encargadas de hacer el seguimiento a este tipo de fenómenos tales como lo son; el IDEAM¹, CAR², Observatorio Ambiental de Bogotá, IDIGER³, EAAB⁴.

Para poder determinar la viabilidad del sistema y en que zonas de la ciudad se pueden recolectar las mayores y menores cantidades de agua, según las estaciones meteorológicas teniendo en cuenta que debido a los microclimas que hay en la ciudad de Bogotá, hay zonas en las cuales se presentan más precipitaciones que otras, un ejemplo puede ser la parte occidental de la ciudad y los cerros orientales los cuales presentan diferencias significativas en cuanto a la cantidad de precipitaciones que se presentan a lo largo del año.

Adicionalmente es necesario realizar un análisis de las temperaturas de evaporación del agua aspecto a tener en cuenta para obtener datos más aproximados sobre el rendimiento del agua captada en los tanques de almacenamiento, conociendo los valores máximos de lluvias en veinticuatro (24) horas cuando se presenta esta situación.

¹Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios ambientales de Colombia

²Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

³Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

⁴Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá

5.1.OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema hidráulico para la captación y utilización de aguas lluvias, con la finalidad de reducir el desperdicio del recurso hídrico en obras de construcción.

5.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para el desarrollo de este objetivo se proponen como objetivos específicos:

- Establecer la viabilidad de la implementación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias en una obra de construcción.
- Realizar un estudio del comportamiento pluviométrico en la ciudad de Bogotá y sus localidades.
- Definir el gasto de agua potable para las actividades de lavado de volquetas, curado del concreto y cortadora de ladrillos.

6. MARCO REFERENCIAL

En este trabajo se hace el análisis correspondiente a los promedios de precipitaciones en la ciudad de Bogotá, que se presentan a lo largo del año teniendo en cuenta las épocas de altas lluvias y de pocas lluvias para poder obtener datos promedios aproximados de promedios de precipitaciones, temperaturas y precipitaciones máximas en veinticuatro (24) horas. Para determinar la propuesta de diseño del sistema hidráulico y calcular la cantidad de agua lluvia que el sistema eventualmente puede recolectar, se realiza un estudio de áreas promedio de cubiertas dentro de una obra y se analiza el consumo de agua potable generado, principalmente en actividades como curado de concreto, cortadora de ladrillos, y lavado de las llantas de volquetas, entre otras.

Algunas construcciones en el territorio nacional han establecido sistemas de captación de aguas lluvia, lo que redundará en menores costos de pago a las empresas de acueducto, al tiempo que se realiza un aporte al medio ambiente reduciendo el uso de agua potable de los sistemas municipales teniendo un valor de construcciones sostenibles. Las instalaciones de estos sistemas requieren un estudio del fenómeno de lluvias en la zona, para tener en cuenta un promedio máximo de agua almacenada. A continuación se muestran algunos ejemplos de proyectos donde se han implementado sistemas de recolección de aguas lluvias para su aprovechamiento.

La Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad Nacional y otras entidades privadas dedicadas a la preservación del recurso hídrico potable, ejemplo. Construyen en sus instalaciones sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias para ser utilizadas en diferentes actividades

domésticas dentro de sus instalaciones, esto representa una oportunidad, tanto económica para el consumidor como ambiental en el ahorro del recurso hídrico. ([Ver anexo 1](#)).

6.1.HIPERMERCADOS ALKOSTO

El Hipermercado Alkosto de Venecia en la Ciudad de Bogotá, se planteó un diseño para el aprovechamiento de aguas lluvias, donde se aprovechan 6000 m² de cubierta para captar un promedio de 4820 m³ agua lluvia, que satisface el 75 % de la demanda de agua potable en la edificación, el almacén Alkosto de la ciudad de Villavicencio, tiene una cubierta de 1061m² en la cual capta el agua lluvia para ser almacenada en un tanque de 150m³, para su posterior tratamiento en la planta y así suplir las necesidades del almacén durante todo el año (Ballen, Galarza y Ortiz, 2006).

6.2.PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Como ya se mencionó anteriormente en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá se evaluó la viabilidad técnica y económica de utilizar el agua lluvia como una alternativa para el riego y el lavado de zonas duras y fachadas del campus, en este trabajo de investigación se evaluaron tres aspectos importantes, la estimación de los volúmenes disponibles y los posibles puntos de recolección, análisis preliminar de calidad del agua lluvia recolectada y cálculo de los costos de construcción en la infraestructura básica para recolectar el agua lluvia y proyección del ahorro generado al utilizar la solución propuesta (Lara, Duarte, Campos y Villegas, 2007).

6.3.INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA

Los estudios realizados en diferentes zonas del país para el aprovechamiento de agua lluvia enfatizan la calidad de esta para ser implementada en varias actividades en obras de construcción, en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia se realizó un trabajo de investigación para la confección del concreto con agua lluvia como alternativa para la disminución del impacto ambiental generado por la industria de la construcción, gracias a los estudios realizados en cuanto a la demanda de agua potable utilizada en diferentes actividades tales como lo son: el curado del concreto para su mayor resistencia, el lavado de maquinaria pesada y volquetas, la utilización de agua potable para la realización de cortes en adoquines o ladrillos y la realización de mezclas de concretos y morteros; la cantidad de precipitaciones presentadas en la zona donde se realizó el trabajo de investigación , también su captación , almacenamiento y distribución para las diferentes puntos de utilización y los ensayos en laboratorio para conocer las cualidades del agua obtenida y su comportamiento frente a los agregados de una mezcla de concreto y mortero (Medina y Bedoya, 2012).

6.4.SISTEMA CAPTACION DE AGUAS LLUVIA PARA ESTADIO DE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

En algunas construcciones se diseña el sistema de aprovechamiento de aguas lluvia para el sostenimiento de las mismas edificaciones denominadas como, construcciones sostenibles, de esta manera, los sistemas para la captación de estas aguas son convencionales, lo que cuenta, es el proceso de almacenamiento y distribución, en este caso del sistema hidráulico empleado en el estadio de la Universidad Industrial de Santander, consta de filtros por los que pasa antes de ser almacenada para posteriormente hacer su distribución mediante

la red de presión, estas aguas son destinadas para el riego del campo, usos en baños, lavado de zonas duras y demás trabajos domésticos en los que el agua no necesariamente debe ser potable, por tanto, las conexiones de cada punto hidráulico debe indicar la pendiente correspondiente para su óptimo almacenamiento.

6.5.EDIFICIO POSGRADOS DE CIENCIAS HUMANAS UNIVERSIDAD NACIONAL EN BOGOTÁ

En la ciudad de Bogotá, el estudio del aprovechamiento de aguas lluvia por parte de las universidades, ya sean públicas y privadas, ha generado una gran expectativa de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente, es así, como el recurso hídrico apto para el consumo humano cada vez es más escaso y la forma de mitigar este problema es tomando conciencia sobre el uso destinado de estas aguas, el recubrimiento con grava en la cubierta del edificio de postgrados de la Universidad Nacional con sede en Bogotá, ha tomado gran importancia para la institución, ya que el destino de las aguas lluvia supera un 50 % del mantenimiento del edificio, almacenando en un tanque subterráneo y es distribuida por medio de bombas para los usos domésticos, riego de jardines, baños, fuentes y espejos de agua el edificio cuenta con un área de 9.142m² en la que es aprovechada áreas comunes y cubiertas para captar el agua lluvia. (Ballen, Galarza y Ortiz, 2006).

6.6.DEPOSITO FLEXIBLE PARA LIQUIDOS

Uno de los elementos principales para cualquier instalación de almacenamiento de aguas lluvia es el depósito, ya que existen muchos tipos y tamaños de los que ocupan una gran área y el vaciado como la instalación del mismo toma tiempo, entonces, tomamos como referencia para el almacenamiento de aguas lluvia, un tipo de cisterna o depósito flexible fabricado en poliéster con PVC muy resistente al desgarro y de fácil instalación (Labaronne-Citaf, 2011), sus ventajas ante cualquier otro tipo de almacenamiento son el ahorro de trabajos de perforación, vaciado, movimiento y compactación de tierras en obras de construcción, también posibilita la instalación de reservas de agua en lugares donde existen cambios térmicos en cortos lapsos de tiempo y en este depósito no se almacenan algas ya que no existe el aire dentro de la bolsa, lo que puede almacenar agua potable y la evaporación de la misma es nula, Su principal fabricación radica en países Europeos como Francia, España y Alemania con empresas dedicadas a la realización de estas con materiales 100% poliéster con capa de PVC como labaronne-citaf Empresa líder dedicada a el almacenamiento flexible de líquidos con sede en Francia, su comercialización en países suramericanos como Perú, Bolivia, Chile y Argentina.

De esta manera la viabilidad de la investigación que se realizó en la ciudad de Medellín, es para tener en cuenta, que la solución para la industria de la construcción a nivel mundial y que “Estas alternativas y aplicaciones evidencian la importancia de la generación de proyectos de construcción sostenible, con la finalidad de disminuir la demanda de bienes y servicios ambientales de los ecosistemas aledaños a las obras de infraestructura, y la disminución de los impactos ambientales sobre los mismos” (Restrepo, 2012). Sin embargo, para la aplicación de aguas lluvia

en mezclas de concretos y morteros, se realiza una serie de ensayos químicos para determinar acidez, alcalinidad, cloro, dureza, PH, sedimentos sólidos disueltos, turbidez y partículas de suspensión, esto contempla la norma técnica colombiana 3459 donde se estipula que el agua debe ser pura de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales, aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que perjudiquen el concreto y el refuerzo, en otras palabras, si es apta para el consumo humano entonces se puede considerar apta para la realización de mezclas (ICONTEC, 2001).

El estudio climático de varias zonas de la capital, es de gran importancia para establecer favorablemente el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta el efecto de las temperaturas que inciden sobre cada una de ellas. “La observación y medición de fenómenos meteorológicos en la ciudad de Bogotá empezó alrededor del año 1970 con entidades que requieren de esta información para fines específicos tales como: la Secretaria Distrital de Ambiente SDA, la Corporación Autónoma Regional CAR, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias FOPAE y el IDEAM” (IDEAM, 2004).

7. MARCO TEORICO

Teniendo en cuenta las referencias anteriores cabe aclarar que en el momento no hay sistemas de captación, almacenamiento y reutilización de aguas para obras de construcción específicamente, por lo tanto se ve necesario hacer los análisis correspondientes de un sistema que permita realizar la recolección de esas aguas las cuales pueden ser utilizadas para las diferentes actividades de la obra en las cuales el uso de agua potable no sean de carácter obligatorio.

Para desarrollar el análisis de la investigación se tiene en cuenta las precipitaciones medias y máximas en 24 horas que se presentan en todo el territorio nacional para así centrar la investigación en la ciudad de Bogotá.

Según información obtenida en el IDEAM en la década comprendida entre los años 2006 a 2016 se calculó que en promedio caen 1076,8 mm/m²h de precipitación al año, lo cual corresponde aproximadamente a 89,73 mm/m²h por mes (IDEAM, 2004); teniendo en cuenta los datos anteriores y que en promedio en una obra las áreas de cubierta disponible son de 200 m² que corresponden a campamento, baños, casino, entre otros; se puede estimar que aproximadamente se logran obtener alrededor de 12m³ de aguas lluvias al mes; esto en cuanto a los promedios anuales de la década mencionada.

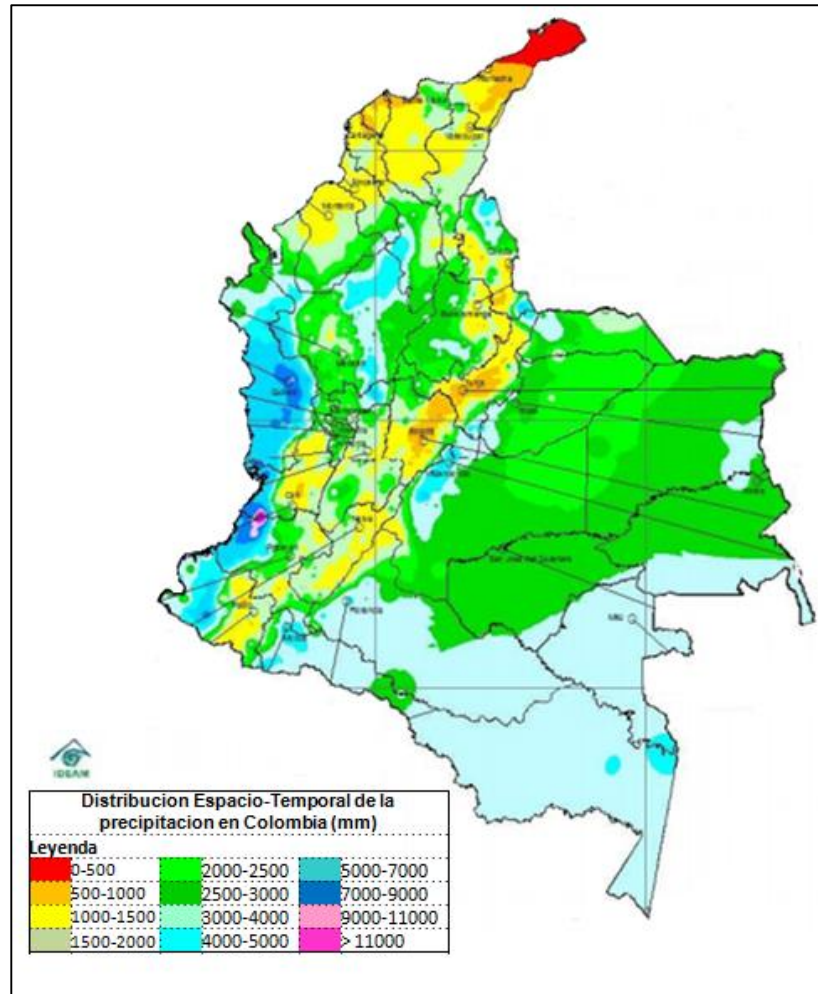


Imagen 1: Distribución Espacio-Temporal de la precipitación en Colombia (mm)

En la imagen 1 se observan los promedios de precipitaciones en las diferentes ciudades del país en donde se ve que en la región pacífica y amazonas se caracterizan por presentar el mayor índice de lluvias y que la ciudad de Bogotá se encuentra entre los 500 y los 1500 mm de precipitación al año, esta información corresponde a un estudio realizado por el IDEAM en el periodo comprendido entre los años 1971 y 2000 (IDEAM G. D., 2011).

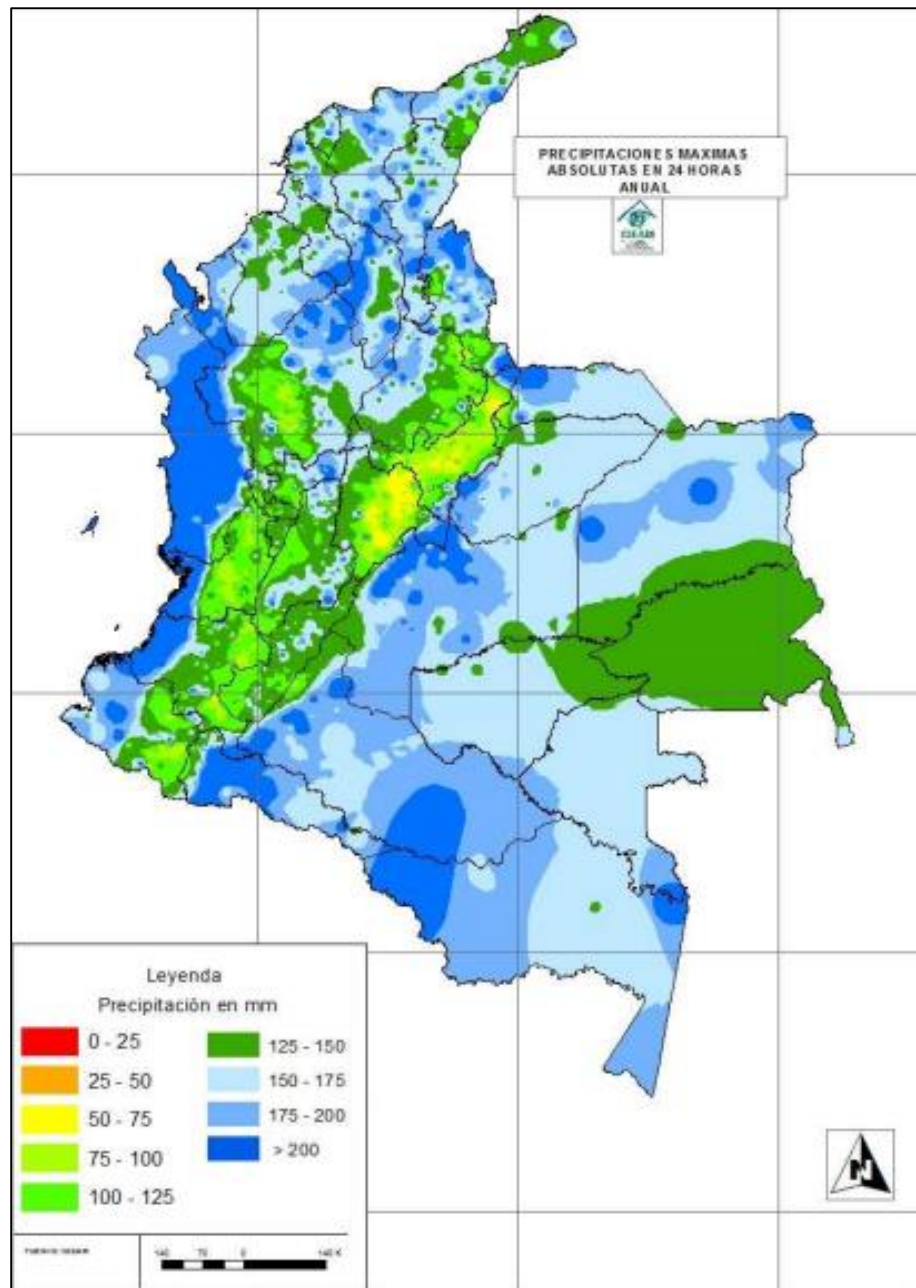


Imagen 2: Precipitaciones Máximas Absolutas en 24 horas anuales

En la imagen 2 se ven las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas las cuales se presentan en la mayor parte de territorio nacional en donde Bogotá se encuentra en promedio entre los 50 y los 125 mm cuando ocurren estos fenómenos; esto según el análisis realizado por el IDEAM entre los años 1971 y 2005 (IDEAM G. D., 2011).

En la siguiente tabla 1 se evidencian las precipitaciones presentadas en cada mes del año así como los promedios anual y multianual en general de la ciudad de Bogotá.

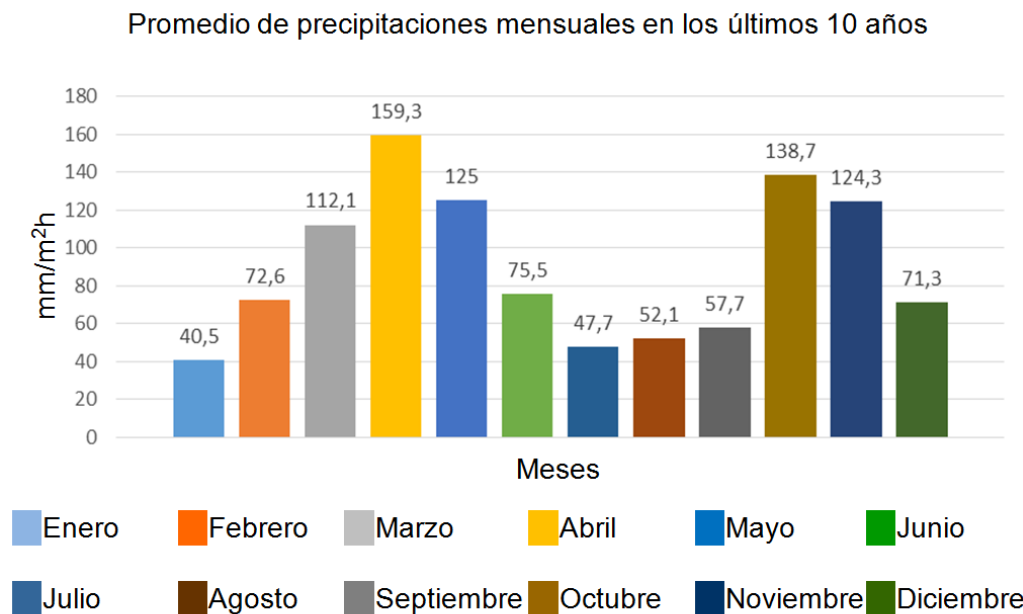
Tabla 1: precipitaciones mensual, anual y multianual en la ciudad de Bogotá.

Tabla de precipitaciones mensual, anual y multianual en la ciudad de Bogotá (valores en Milímetros)													
año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	promedio anual
2006	55	63	210	145	190	120	16	23	25	190	90	30	96,42
2007	3	10	63	155	100	55	0	63	45	200	110	85	74,08
2008	32	83	80	115	210	120	55	88	47	120	133	0	90,25
2009	54	90	140	40	15	65	55	30	20	130	90	60	65,75
2010	6	35	23	180	160	100	125	53	75	135	0	130	85,17
2011	50	90	120	250	160	115	38	60	120	170	245	120	128,17
2012	65	120	140	245	20	35	50	47	25	137	70	33	82,25
2013	23	125	60	135	110	35	37	70	45	63	190	98	82,58
2014	77	80	85	83	135	40	26	30	67	107	80	90	75
2015	35	15	130	130	30	20	30	27	25	40	105	2	49,1
2016	5	15	70	115	120	50	45	30	83	95	130	65	68,58
Promedio multianual	40,5	72,6	112,1	159,3	125	75,5	47,7	52,1	57,7	138,7	124,3	71,3	89,73

Elaboracion propia; informacion obtenida a traves de las graficas de seguimiento de precipitaciones en las principales ciudades del pais del IDEAM

En la siguiente tabla 2 se muestra el valor promedio en mm/m²h de precipitaciones en 10 años.

Tabla 2: Promedio de precipitaciones mensuales de los últimos 10 años

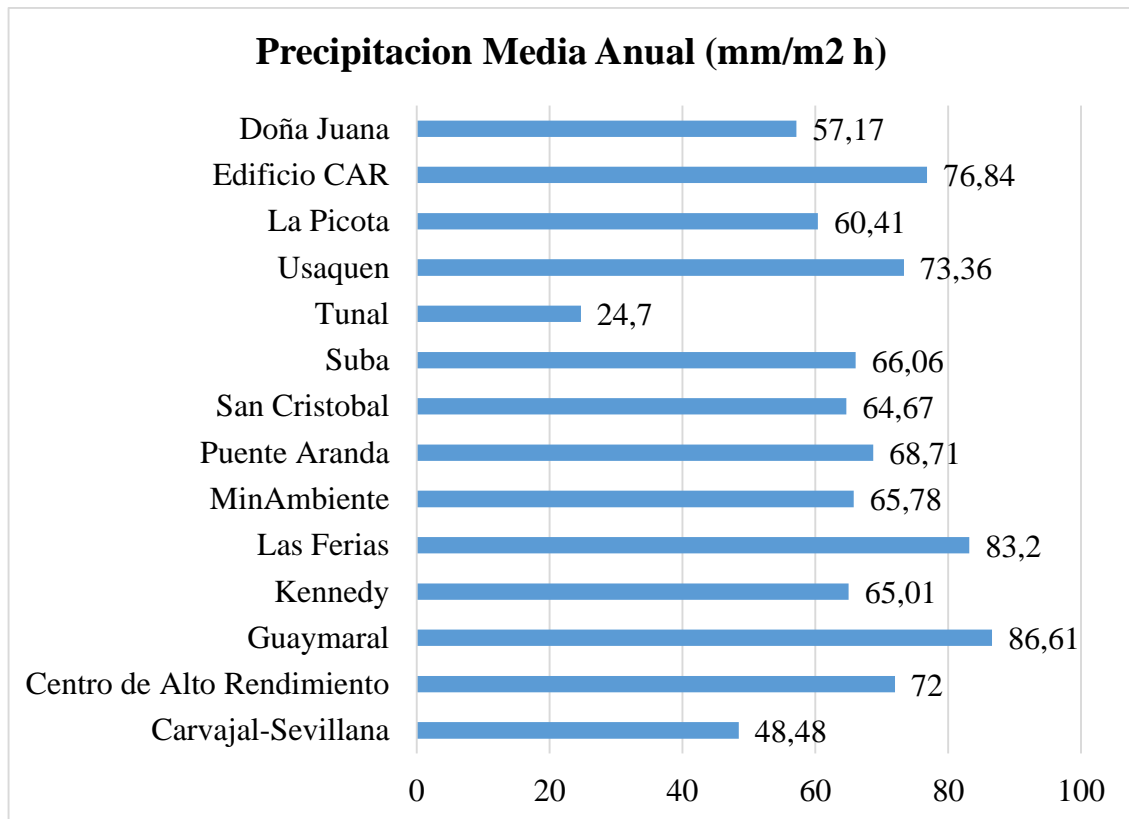


En las anteriores tablas se puede observar que, en los últimos diez años, los meses en los cuales se presentan menos precipitaciones fueron Enero, Julio, Agosto y Septiembre con un promedio entre 40.5 y 57.7 mm; mientras los meses de Marzo, Abril, Mayo, Octubre y Noviembre, son los que más lluvias presentan ya que promedian entre 112.1 y 159.3 mm, en promedio en los últimos 10 años se presentan 89.73 mm por metro cuadrado por hora de precipitación en cada mes.

En el desarrollo de este trabajo se tuvieron en cuenta las 33 estaciones meteorológicas distribuidas en las diferentes localidades de la ciudad de Bogotá, donde se evidencian registros de intensas precipitaciones. Esta información, se analiza para determinar el funcionamiento, operatividad y la situación general de cada estación, como herramienta, instrumental y de confiabilidad para conocer los datos necesarios de niveles pluviométricos y dar viabilidad a la propuesta del proyecto.

Se realizó un seguimiento a varias estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de Bogotá para determinar las zonas de la ciudad que registran los mayores índices de precipitación media, media máxima, y temperatura, en la siguiente grafica se presentan los datos de las estaciones analizadas.

Tabla 3: Análisis de precipitaciones por estación

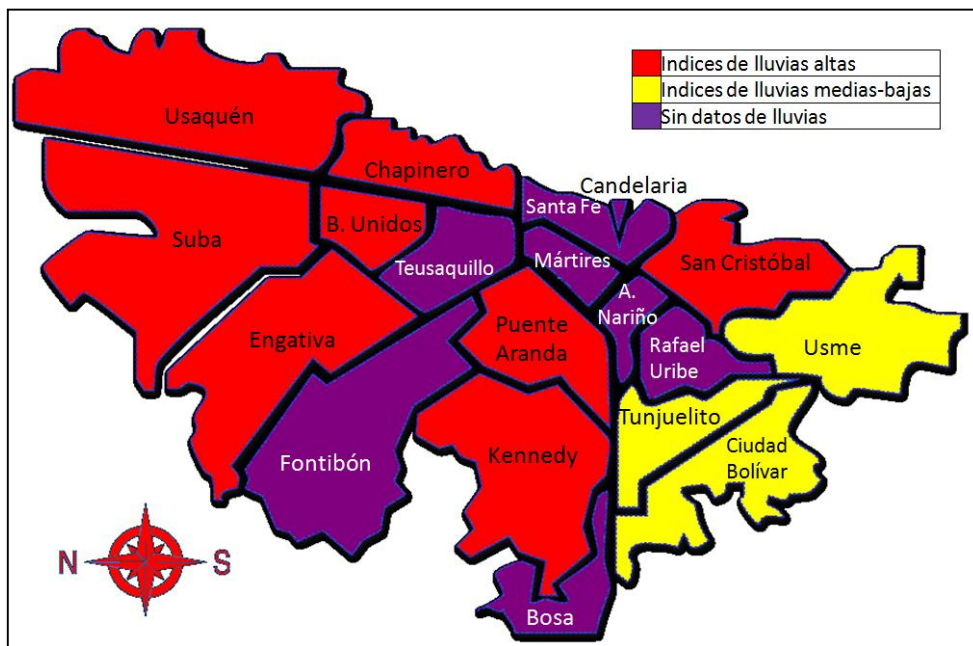


Elaboración propia, información obtenida del OAB⁵ y la CAR año 2016.

⁵Observatorio Ambiental de Bogotá

Según el análisis realizado se puede determinar que las estaciones tunal y Carvajal-sevillana registran la menor cantidad de lluvias a lo largo del año 2016, con 24.7 y 48.48 mm mientras que las demás estaciones registraron lluvias por más de 60 mm, adicionalmente en cuanto a precipitaciones máximas la estación que menos valores registro fue la del tunal mientras que las demás registraron precipitaciones por más de 15 mm. En la siguiente imagen 3 se sitúan geográficamente las localidades con mayor y menor niveles de precipitación anuales, de acuerdo a los registros de las estaciones en 2016.

Imagen 3: Cuadro de zonificación de lluvias

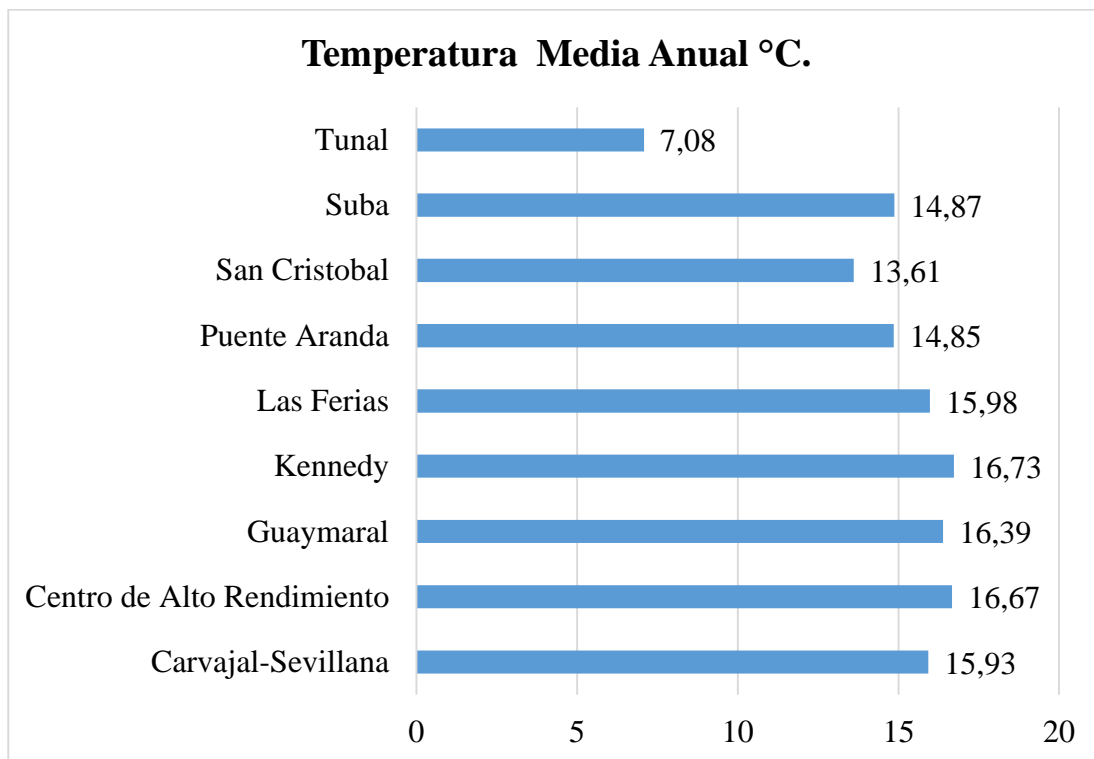


Elaboración propia de acuerdo a la información obtenida en las estaciones meteorológicas del año 2016.

Por lo tanto se puede decir que las precipitaciones se presentan uniformemente a lo largo de la ciudad de Bogotá donde las localidades de Usaquén, suba, Engativá, barrios unidos, chapinero, puente Aranda, Kennedy, y san Cristóbal presentan precipitaciones por valores mayores a 60 mm/m²h; las localidades de Usme, ciudad bolívar, y Tunjuelito registraron valores medios entre 47 y 60 mm/m²h a excepción del tunal en donde se registraron los menores datos de precipitaciones. En las demás localidades no se obtuvieron datos de las estaciones.

En la siguiente tabla 4 se evidencian los registros de temperatura en las distintas estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de Bogotá.

Tabla 4: Análisis de Temperatura por estación



Elaboración propia, a partir de la información obtenida del observatorio ambiental de Bogotá y la

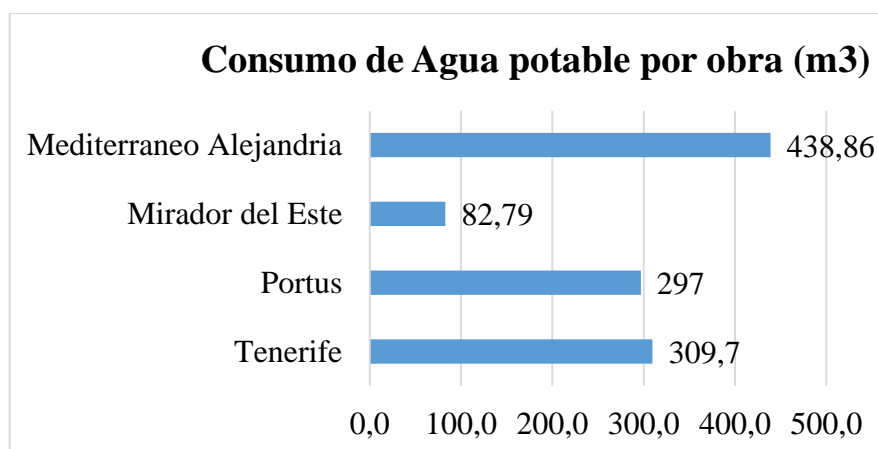
CAR del año 2016.

La temperatura es un factor importante, a tener en cuenta al momento de calcular el índice de evaporación del agua, en las estaciones Doña Juana, CAR, La Picota, Min Ambiente y Usaquéen no se hace seguimiento a estos datos por lo cual no aparecen identificadas; en cuanto a las zonas donde se presentan las temperaturas más bajas son el Tunal y San Cristóbal, mientras que las de mayores temperaturas son Kennedy, Barrios Unidos y Usaquéen.

Aunque la temperatura es un factor importante al momento de medir la evaporación del agua, hay que tener presente varios aspectos como la humedad del aire, la radiación solar, el viento, y el tamaño de la masa de agua; por lo que es complejo hacer un cálculo exacto sobre la evaporación ya que estos factores cambian con frecuencia.

Analizados los comportamientos climáticos en la ciudad de Bogotá, se hace seguimiento al consumo de agua potable en 4 obras de construcción situadas en Bogotá, donde se presentaron los siguientes datos:

Tabla 5: Consumo de Agua Potable por Obra en los casos de estudio analizados en (m³)

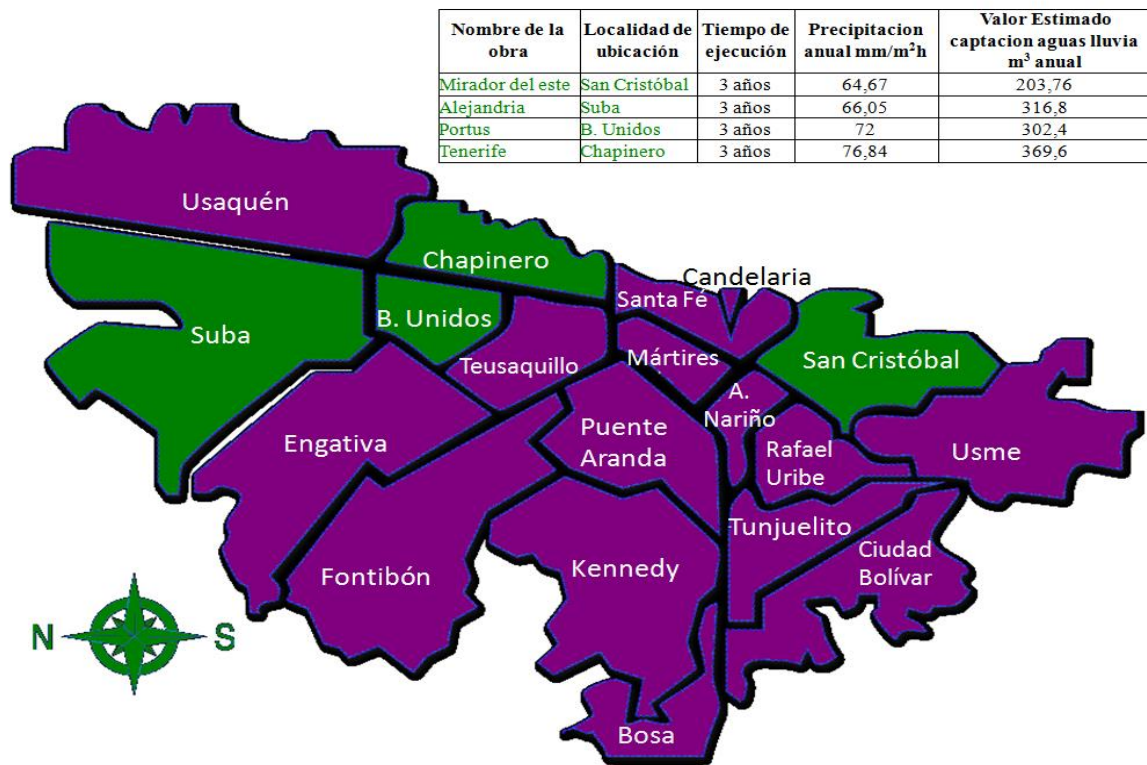


Elaboración propia, datos obtenidos de recibos de EAAB⁶.

⁶Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá E. S. P.

En la tabla anterior se muestran los consumos de agua por mes, teniendo en cuenta que la obra Mirador del este es de Interés Social, y las demás obras son conjuntos completos y que en su proceso constructivo llevan acabados lo cual genera un gasto de mayor de este recurso adicionalmente cabe aclarar que los promedios obtenidos equivalen al consumo total de la obra, no solo de las actividades para las cuales se propone el sistema.

Imagen 4: Ubicación de las obras analizadas en las localidades de la ciudad de Bogotá.



Elaboración propia

El proceso de investigación que se obtuvo de las distintas estaciones pluviométricas pertenecientes en las diferentes localidades, como se observa en la imagen 4, se analizaron los datos donde se tiene en cuenta las precipitaciones máximas presentadas en 24 horas y el índice de temperatura con la que se evapora el agua lluvia.

Al realizar el seguimiento a varias de las estaciones ubicadas en las localidades de la ciudad de Bogotá, encontramos que:

En la obra Tenerife localizada en la localidad de suba, presenta gran viabilidad debido índice de lluvias que se evidencia en la estación meteorológica ubicada en el sector, reportando un $66.6 \text{ mm/m}^2\text{h}$ al año, la cual aporta un óptimo rendimiento que permite suplir las necesidades de agua no potable en un 60% dentro de la construcción.

Imagen 5: Obra Tenerife



Elaboración propia

Al igual que la obra Portus ubicada en la localidad de barrios unidos la cual reporta un promedio de lluvia al año de $72 \text{ mm/m}^2\text{h}$, radica un gran porcentaje de obtención del recurso hídrico ya que el promedio de cubiertas analizadas comprende el área de contenedores y campamentos construidos, los cuales logran un área de 300 m^2 logrando almacenar más de 500 litros en una escorrentía menor de 24 horas, a su vez se tiene en cuenta la duración de las obras que redondea entre 1 y 3 años por lo cual se logra recuperar la inversión de estos sistemas además que estos tienen varios usos al tener la facilidad de ser desmontados y reinstalados en una nueva obra.

Imagen 6: Obra portus

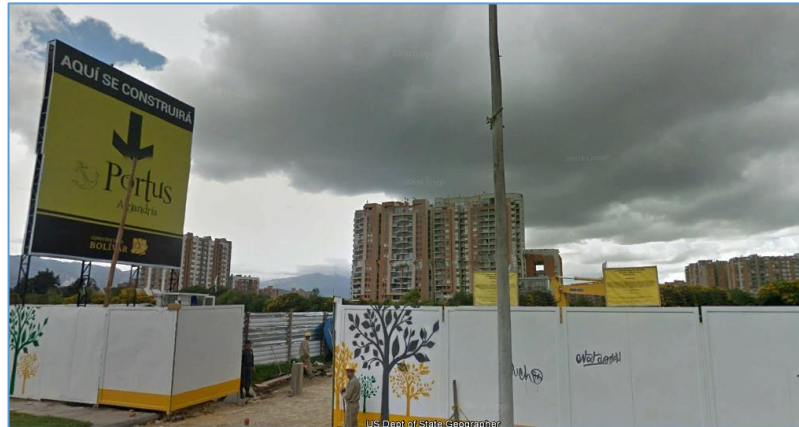


Elaboración propia

La obra de construcción Mirador del Este, ubicada en la localidad de San Cristóbal evidencia un porcentaje mayor de precipitaciones a lo largo del año 2016, siendo un 64,67 mm/m²h, de lluvias presentadas en ese año, lo que se puede decir que los registros máximos se presentan en dos temporadas invernales demostradas en el análisis del marco teórico, la captación aporta un 83 % de agua lluvia destinada para diferentes actividades en la obra.

Por último la obra mediterráneo Alejandría ubicada en la localidad de chapinero, evidencia datos de las precipitaciones en el último año de 76,84 mm/m²h, lo que registra la viabilidad de aprovechar el agua lluvia en esta localidad, ya que de los datos obtenidos en el IDEAM y demás fuentes de investigación como la CAR, aportan diversos datos en los que se basa el diseño de captación para cada una de los espacios existentes.

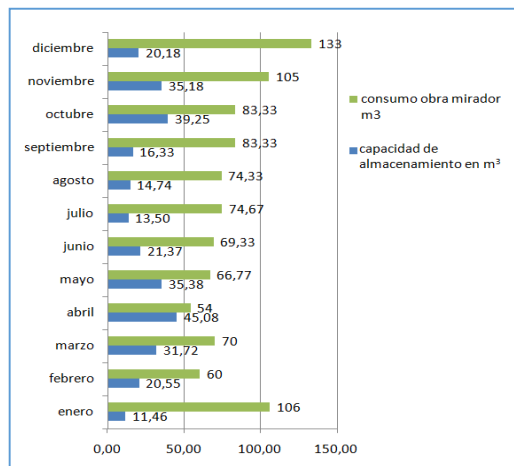
Imagen 7: Obra Mediterráneo Alejandría



Elaboración propia.

De los proyectos analizados se toma como referencia la obra Mirador del Este la cual tiene un consumo de agua promedio de 82,79 m³ por mes y un área de cubiertas disponibles de 283 m², al hacer un cálculo aproximado de la cantidad de agua lluvia que puede recolectarse. En la tabla 5 se muestran los consumos mes a mes y los datos estimados de almacenamiento de aguas lluvias según los registrados en la Tabla 1.

Tabla 6: Consumo de agua obra Mirador del Este.



Valor estimado de capacidad de captación por 283 m² de cubiertas. Elaboración propia.

En la tabla 6 se muestra el consumo de agua potable de la obra en mención y la cantidad estimada de agua lluvia en metros cúbicos que se podría captar en cada mes, esta información se determinó con base al área de cubiertas disponibles dentro de la obra que corresponden a 283 metros cuadrados, y a los promedios de precipitaciones multianuales; por lo tanto los valores de esta tabla son estimativos y variables.

Según los datos registrados en la tabla 6 se evidencia que en promedio cada mes se podría recolectar entre el 11 y el 83% de agua lluvia sobre el total de agua potable consumida en la obra por mes dependiendo de la temporada en que se realice.

Teniendo en cuenta que el consumo de agua de la obra analizada corresponde a todas las actividades que se desarrollan dentro de la misma se ve necesario hacer un análisis de los consumos generados específicamente para las actividades de curado de concreto, lavado de maquinaria, cortadora de ladrillos y aseo general de zonas, se hace un análisis aproximando el consumo de agua para estas actividades. Este estudio se realiza mediante el análisis de fichas técnicas de equipos como hidrolavadoras y llaves jardineras que básicamente son usadas para llevar a cabo dichas actividades; una llave jardinera gasta 12 litros de agua por minuto aproximadamente.

Tabla 7: consumo de agua de hidrolavadoras según referencia

REFERENCIA. HIDROLAVADORAS	CONSUMO L/H	CONSUMO L/MIN.
MUNDOLUX. MDX 797	340	13,66
COMERCIAL CYC	1260	
KARCHER. HD10/25-4S	1000	
KARCHER. HD 30/20-4 M	678	

Elaboración propia, a partir de la información obtenida en almacenes distribuidores⁷.

Según esta tabla se determina que el consumo promedio de agua de estos equipos es de 13,66 litros por minuto, para el lavado de maquinaria se estima que por volqueta o mezcladora de concreto se toma aproximadamente entre 3 y 5 minutos en el lavado de llantas y carrocería dependiendo la cantidad de volquetas o mezcladoras el consumo varía, no obstante se puede decir que se gastan entre 25 y 30 minutos en lavado de maquinaria al día lo cual corresponde a alrededor de 350 litros por día que corresponden a cerca de 10245 litros o 10,24m³ al mes.

⁷Información obtenida de proveedores como Homecenter.

Por otro lado, el curado del concreto se realiza con manguera o en algunos casos con regaderas dependiendo del área de aplicación de agua, una llave jardinera consume 12 litros de agua por minuto el proceso de curado dura cerca de 20 y 30 minutos al día lo cual corresponde entre 240 y 360 litros de agua al día correspondientes a más o menos 7200 litros o 7,2 m³ al mes.

En general el consumo aproximado de agua potable para actividades de, lavado de maquinaria, cortadora de ladrillos, curado de concreto, y aseo en general de zonas, es de 18 m³ cabe aclarar que los consumos para esas actividades puede variar dependiendo de la cantidad de maquinaria a lavar (número de volquetas y mezcladoras) y el área de fundición y curado de concreto, lo cual determina el gasto real de agua que se va a generar en la obra.

8. MARCO NORMATIVO

La expedición del decreto 2811 de 1974 o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, estipula en el Artículo 2, donde la humanidad debe lograr la preservación y restauración del medio ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y los dichos recursos (Sostenible, 2014), involucra un grado de responsabilidad para todos como seres vivos, respetar las leyes estipuladas en el Código Nacional de Recursos Naturales, siendo el sector de la construcción uno de los que mayor impacto genera, optamos por hallar una solución al derroche de agua potable en obras de construcción.

En el marco legal que contempla la normatividad sobre los recursos naturales, la conservación y preservación del recurso hídrico en obras de construcción es una de las consignas estipuladas en este trabajo de investigación, ya que la demanda del recurso hídrico en obras de construcción es bien dada como suministro de agua potable, causando un derroche en diferentes actividades que no ameritan el uso de agua potable; el congreso de la república radica en el año de 1997 la ley 373 por el cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, en su Artículo 5 Reúso obligatorio del agua, aclara, las aguas utilizadas, sean estas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico amerite las normas de calidad ambiental (Republica, 1998), según este artículo los estudios realizados a la presente investigación amerita un proceso técnico frente a la realización de pruebas en el laboratorio, esto para verificar la presencia de anomalías en el agua recolectada.

De acuerdo, con el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, está en la responsabilidad de cada usuario, establecer el consumo básico y máximo de agua potable para sus diferentes actividades, las entidades como la CAR y demás autoridades ambientales, establecen los consumos en función de las tarifas y las medidas a tomar, para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado; es decir, el Artículo 7, aclara y nos da a conocer que existen multas a quienes no toman conciencia en el uso del recurso hídrico, ocasionando impacto en el coste del servicio público.

El ministerio de ambiente, aclara en el Decreto 2811 de 1974 en su segundo libro, De Las Aguas No Marítimas, Artículo 87: Por ministerio de la ley se podrá hacer uso de aguas de dominio privado, para uso doméstico exclusivamente (Sostenible, 2014), lavado de zonas duras y demás actividades en donde no es necesario el uso de agua apta para el consumo, de ser agua para el consumo humano se debe realizar las correspondientes pruebas de laboratorio estipuladas en el capítulo tres del Decreto 475 de 1998.

Para el uso destinado de nuestro sistema de captación de aguas lluvia, se define un sistema hidráulico, teniendo en cuenta las lluvias máximas que transcurren en el sitio de la obra de construcción, recalando las leyes que abordan los diferentes métodos de construcción, se define en el Decreto 2811 de 1974, Artículo 119: Tiene por objeto promover, fomentar, encauzar y hacer obligatorio el estudio construcción y funcionamiento de obras hidráulicas para cualquiera de los usos de los recursos hídricos y para su defensa y conservación (Sostenible, 2014), haciendo hincapié en el presente decreto, la investigación pertinente toma el sendero óptimo para su resultado final, (en cuanto a las leyes y decretos se refiere), el gobierno nacional aprueba “toda obra de captación de aguas públicas o privadas que deberán estar provistos de los elementos que permitan conocer y medir la cantidad de agua derivada y consumida, Artículo

121”, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) en cualquier proceso de almacenamiento y suministro.

El uso de aguas lluvias, mencionadas por el gobierno nacional como aguas de dominio público, el poseedor de un predio puede servirse de ellas, mientras por el discurran, de hecho, podrá construir dentro de su propiedad las obras adecuadas para almacenarlas y conservarlas, siempre que con ellas no cause perjuicios a terceros, Artículo 148 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) , dentro del marco legal que se evidencia, el desarrollo de esta investigación, aborda la viabilidad de implementar procesos de aprovechamiento de aguas lluvia, para llevar a cabo en actividades en las que no es necesario el uso de agua potable, de esta forma incentivamos al consumo razonable del recurso hídrico debido a la problemática presentada a nivel mundial sobre la escasez de agua apta para el consumo humano.

Al investigar la norma que rige los recursos renovables y brinda protección al medio ambiente en territorio nacional, abre capítulos en los que nos encamina hacia una investigación profunda sobre los decretos y leyes establecidos por la presidencia de la república.

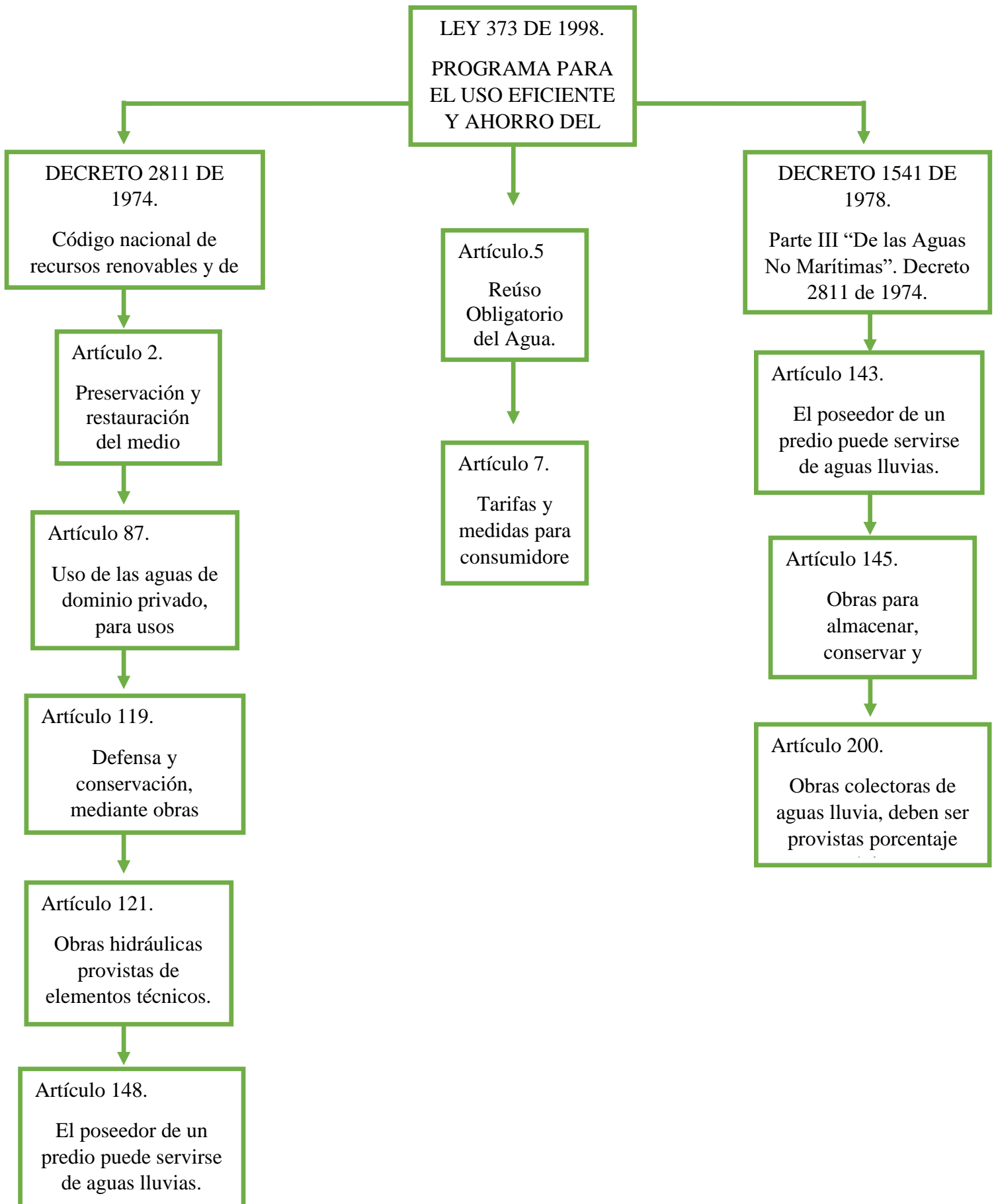
El Decreto 1541 de 1978, documento en el que se establece una serie de artículos que dan continuación a la Parte III del Libro II del Código Nacional de Recursos Renovable y de Protección al Medio Ambiente, en el que se abarca en uno de sus títulos, el tema con relación a la implementación de sistemas que sean necesarios para el aprovechamiento de aguas lluvia, para todo poseedor de un predio que sin perjuicio a terceros haga uso eficiente de estos sistemas, Artículo 143 y 145 (Michelsen, 1978).

Así mismo, en el Título VIII De las Obras Hidráulicas recalca la disposición de planos, presupuesto he impacto que genera la instalación de cualquiera de las obras hidráulicas a utilizar,

deben de cumplir los establecido en el Artículo 200. “Las obras colectoras y aductoras de sobrantes o desagües de riego deben tener capacidad suficiente para recoger y conducir las aguas lluvias, de tal modo que eviten su desbordamiento en las vías públicas y en otros predios; los planos a que se refiere este título deben incluir tales obras y sus características” (Michelsen, 1978), estos proyectos hidráulicos serán realizados y firmados por ingenieros civiles, hidráulicos o sanitarios, titulados ante el Instituto Nacional de los Recursos Renovables y del Ambiente – INDERENA-, quien aprueba y realiza los estudios previos para su óptimo desarrollo.

En la siguiente tabla 8 se resume el marco normativo referencial identificado para la realización del proyecto.

Tabla 8: Normativa vigente de sistemas de aprovechamiento de agua.



9. DESARROLLO METODOLOGICO

La metodología utilizada a lo largo del proyecto es práctica descriptiva; de acuerdo a los análisis realizados en las fases anteriores, se plantea el desarrollo de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia de fácil implementación en obras de construcción en donde se hace el planteamiento de cuatro modelos.

De acuerdo a los casos de estudio analizados y los niveles pluviométricos presentados en los sectores determinados, se plantea el diseño de diferentes prototipos, 1- Modelo 1 lateral para contenedores, 2- Modelo 2 superior para contenedores, 3-Modelo 3 diseño mixto, 4- Modelo 4 Diseño móvil; para optimizar la captación y almacenamiento del agua lluvia en obra de acuerdo a las áreas de cubiertas que se tengan disponibles analizando cantidades potenciales de recolección.

De acuerdo a los análisis realizados en las dos anteriores fases (análisis pluviométricos de la ciudad de Bogotá y análisis de los casos de estudio en obra), se plantea el desarrollo de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia de fácil implementación en obras de construcción en la ciudad de Bogotá, con el planteamiento de cuatro modelos, en detalle se desarrolla el funcionamiento de dos de los modelos diseñados, Modelo 4 diseño mixto y modelo 5 diseño móvil de los cuales se realiza planimetría detallada análisis de costos rendimiento de captación y almacenamiento, el modelo 3 es un sistema para contenedores mixto, es decir, se implementan los Modelos 1 y 2 en un mismo contenedor y el modelo 4es el diseño móvil del cual se construye un prototipo, con el fin de evaluar su versatilidad, tiempos de instalación, rendimientos de captación y almacenamiento de agua lluvias.

Los modelos planteados presentan diseños simples, de fácil instalación y flexibles en cuanto al lugar donde pueden ser implementados y su comportamiento frente a diferentes tipos de climas.

Adicionalmente se realiza seguimiento a las precipitaciones y se analiza la capacidad de almacenamiento con un sistema tradicional de cubiertas y tanques de almacenamiento, dentro de una vivienda ubicada en la localidad de puente Aranda, la cual cuenta con un área disponible para la captación de aguas de 47.22m² aproximadamente.

Imagen 8: Cubierta de vivienda base



Este seguimiento se realiza por un tiempo correspondiente a los meses de marzo y abril del presente año; tiempo en el cual se registraron precipitaciones por 130mm m²/h en el mes de marzo y 125 mm m²/h en el mes de abril, logrando almacenar 12 m³ de agua lluvia destinada para baños, lavado y riego de zonas verdes.

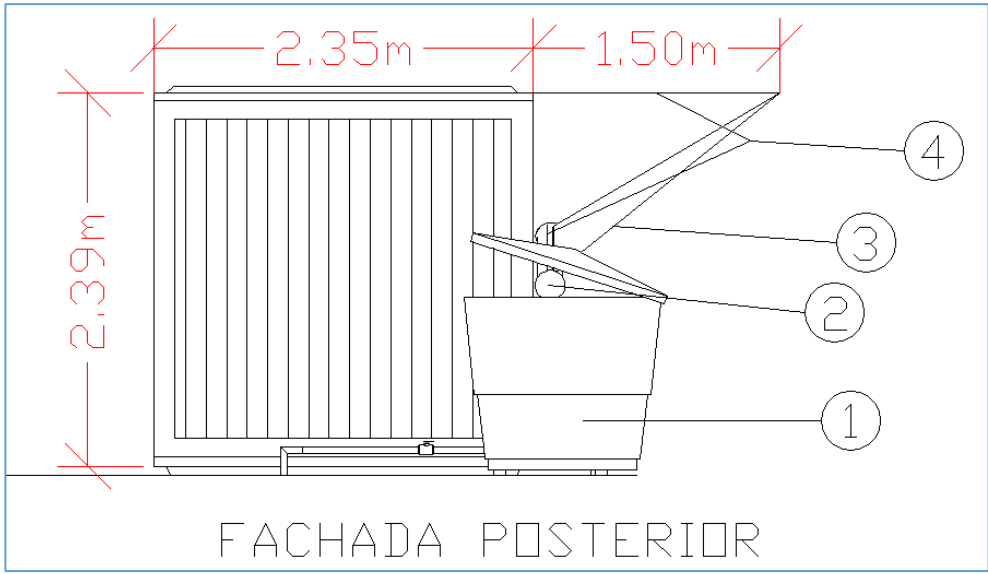
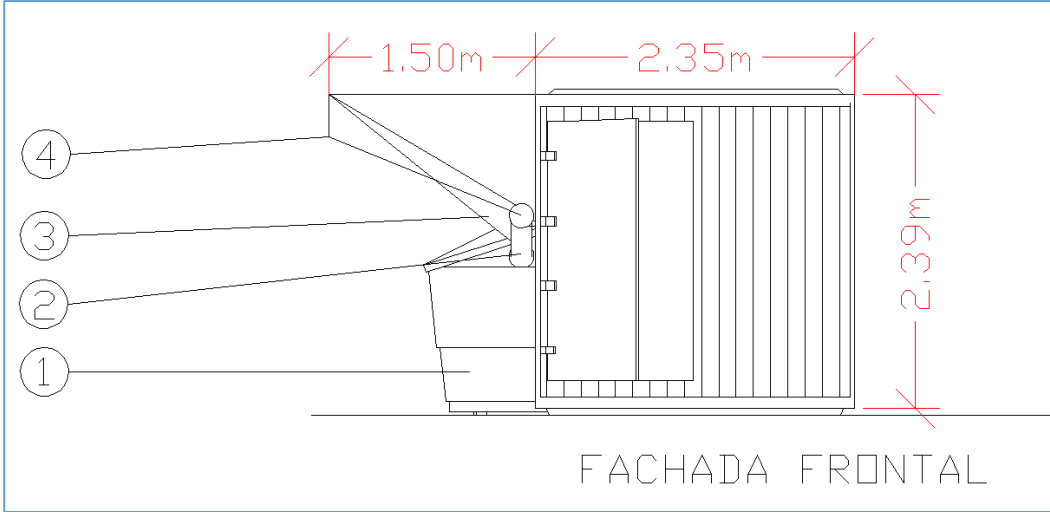
9.1.DISEÑOS DEL SISTEMA

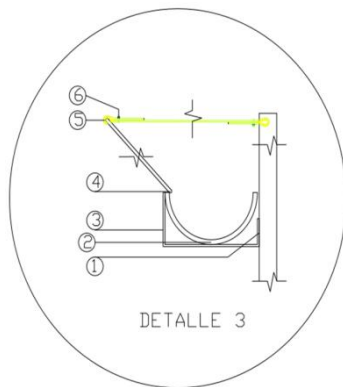
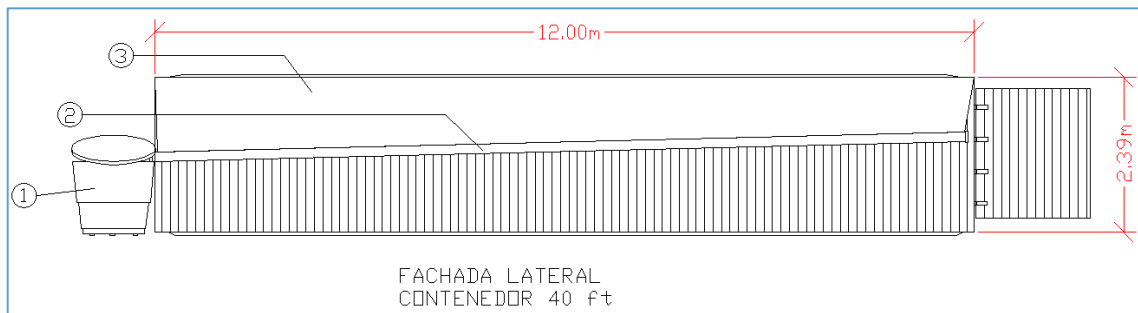
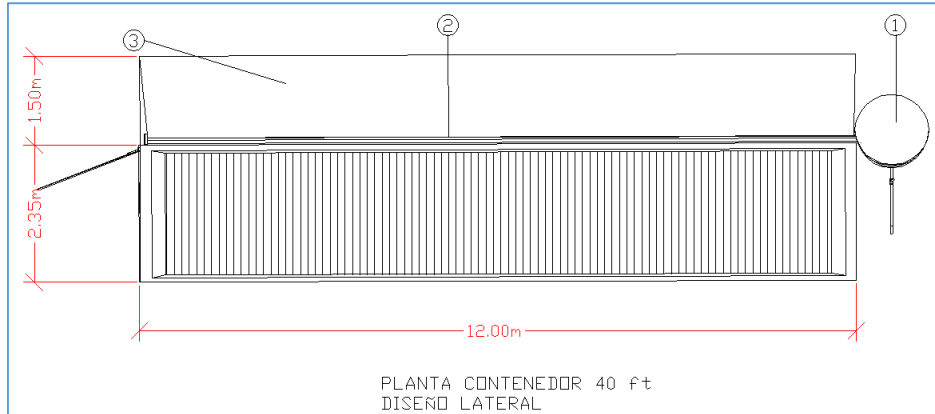
En cuanto a la materialidad de los modelos planteados, en el 1, 2, 3, 4 se utiliza un marco en tubería de PVC recubierto con lona impermeable tipo base 2129⁸, para evitar que se formen bolsas en el centro y que se pueda aposar el agua, la bajante está conformada por tubería en PVC de 4” que puede ir anclada a container tanto en la parte superior como en los lados según se requiera de la bajante sale dirigida a un tanque de almacenamiento.

Al momento de diseñar el sistema se tiene en cuenta que puede ser implementado en contenedores, campamentos construidos artesanalmente y cubiertas ya existentes por lo cual el diseño está conformado en su mayoría con tela impermeable y tubería de PVC, esta última puede ser reutilizada de alguna obra o trabajo anterior en la cual no se usó. Adicionalmente se utilizan ángulos metálicos para anclar el esqueleto en la base que viene siendo el contenedor ya sea a un lado o en la parte superior y en una cubierta ya existente.

⁸ Lona impermeable de fibra 100% acrilica peso: 300gr/m². (2017) Recuperado de: <http://www.lafayettetextsolutions.com/> consultado:(04/2017).

9.1.1 Modelo 1 Lateral para contenedores de 40 y 20 pies.

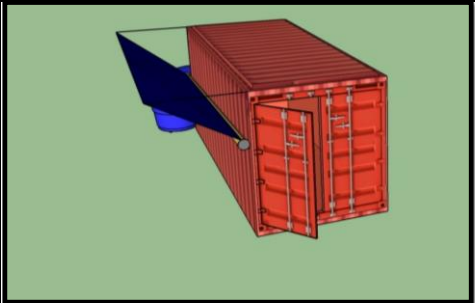




DETALLE AMARRE LONA IMPERMEABLE Y UNION DE BAJANTE

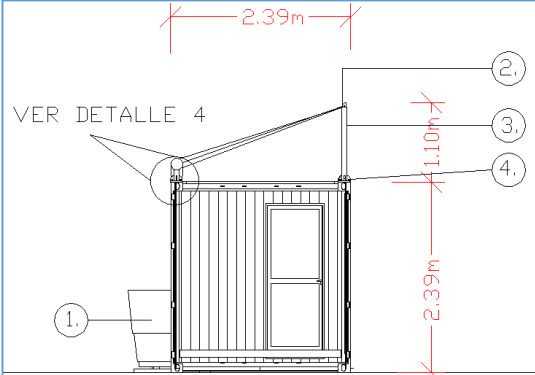
1.	SOLDADURA MIG
2.	BAJANTE EN PVC DE $\varnothing 3"$
3.	PERFIL EN ACERO INOXIDABLE $e=0.01$
4.	ESTRUCTURA EN PVC PARA LONA IMPERMEABLE
5.	GUAYA METALICA
6.	PERNOS DE FIJACION $\varnothing 1/2"$

MODELO LATERAL CONTENEDOR 40 PIES.							OBSERVACIONES
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	
1.1	DISEÑO LATERAL EN CONTENEDOR 40ft						
	1.1.1	Tuberia 4"	ML	12,00	\$ 19.525	\$ 234.300,00	
	1.1.2	Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00	
	1.1.3	Tela Impermeable.	M2	18,00	\$ 9.830	\$ 176.940,00	
	1.1.4	Tuberia Conduit 3/4	ML	30,00	\$ 2.965	\$ 88.950,00	
	1.1.5	Codo tuberia pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00	
	1.1.6	Tee Tuberia pvc 3/4	UN	4,00	\$ 1.374	\$ 5.496,00	
	1.1.7	Angulo Metalico	UN	4,00	\$ 17.412	\$ 69.648,00	
	1.1.8	Guaya metalica.	ML	24,00	\$ 1.200	\$ 28.800,00	
	1.1.9	Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00	
	1.1.10	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	4,00	\$ 6.200	\$ 24.800,00	
	1.1.10	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 679.768,00	

MODELO LATERAL CONTENEDOR 20 PIES.							OBSERVACIONES
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	
1.2	DISEÑO LATERAL EN CONTENEDOR 20ft						
	1.2.1	Tubería 4"	UN	6,00	\$ 19.525	\$ 117.150,00	
	1.2.2	Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00	
	1.2.3	Tela Impermeable.	M2	9,00	\$ 9.830	\$ 88.470,00	
	1.2.4	Tubería Conduit 3/4	ML	18,00	\$ 2.965	\$ 53.370,00	
	1.2.5	Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00	
	1.2.6	Tee Tubería pvc 3/4	UN	2,00	\$ 1.374	\$ 2.748,00	
	1.2.7	Angulo Metalico	UN	3,00	\$ 17.412	\$ 52.236,00	
	1.2.8	Guaya metalica.	ML	12,00	\$ 1.200	\$ 14.400,00	
	1.2.9	Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00	
	1.2.10	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	3,00	\$ 6.200	\$ 18.600,00	
	1.2.11	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 397.808,00	

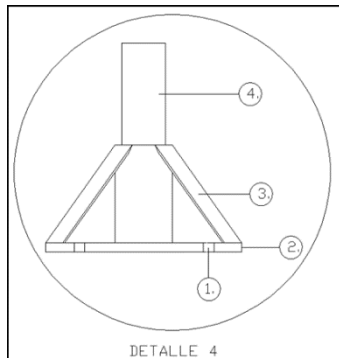
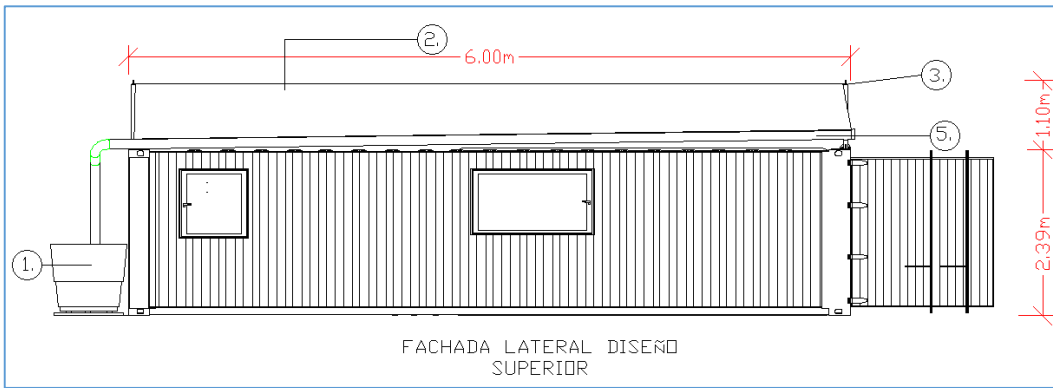
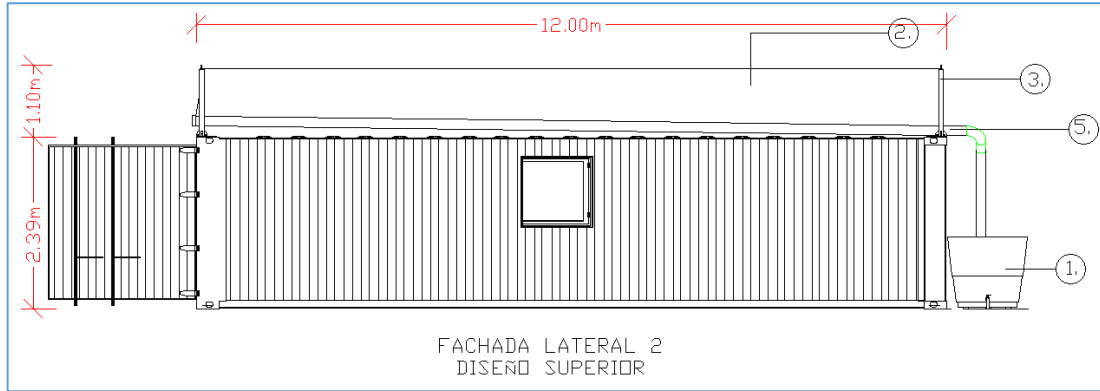
El diseño de este modelo 1 se basa en instalar la estructura en PVC con la tela impermeable tipo impermeable base 2129 a un costado del contenedor ya sea de 20 o 40 pies el área de recolección de este sistema es aproximadamente entre 9 y 18 m² por lo cual se estima que puede captar entre 0,3 y 2,9 m³ al mes dependiendo la precipitación que se presente, adicionalmente el presupuesto presentado para los dos tipos de contenedores incluye los materiales y la mano de obra para la instalación de los elementos del modelo.

9.1.2 Modelo 2 Superior para contenedores

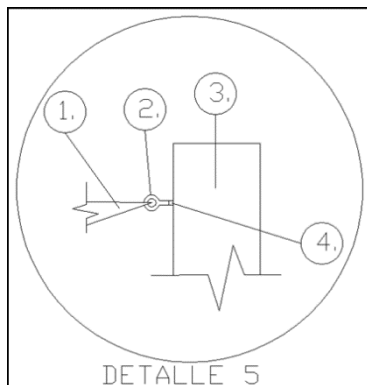


FACHADA FRONTAL
DISEÑO SUPERIOR

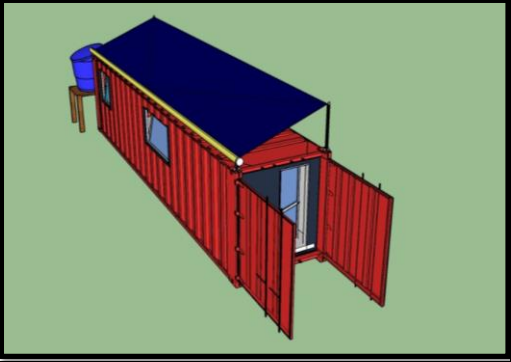
DISEÑOSUPERIOR	
1.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1000 Lts.
2.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129. (VER DETALLE 5).
3.	SOPORTE VERTICAL TUBULAR ø3".
4.	BASE DE ANCLAJE A SUPERFICIE RIGIDA EN ACERO INOXIDABLE (VER DETALLE 4).
5.	BAJANTE EN PVC DE ø3".

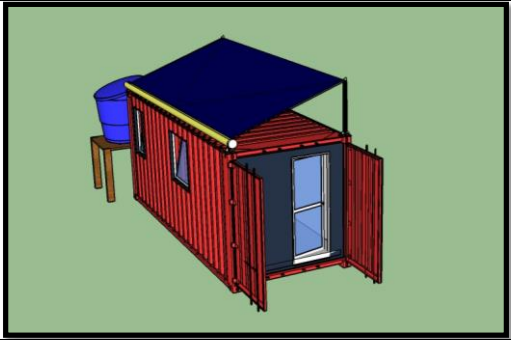


BASE DE SOPORTES VERTICALES (DETALLE 4)	
1.	PERFORACION PARA PERNO DE $\phi 1"$.
2.	LAMINA DE ACERO INOXIDABLE $e=0,03m$ CON 4 PERFORACIONES DE $\phi 1"$.
3.	REFUERZO DIAGONAL EN ACERO INOXIDABLE DE GANCHO 0,05m $e=0,01m$.
4.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE DE $\phi 0,1m$



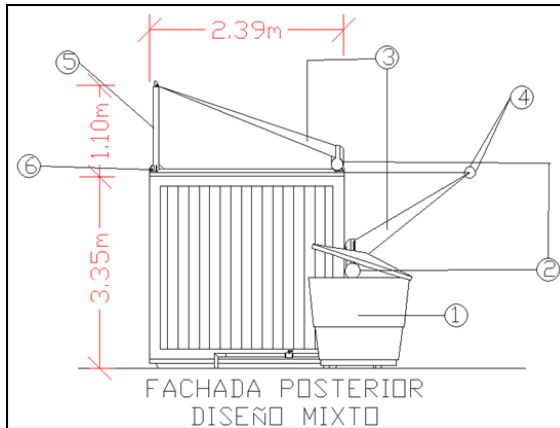
ANCLAJE DE LONA IMPERMEABLE A SOPORTE VERTICAL (DETALLE 5)	
1.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129.
2.	ARGOLLA DE $\phi 1\frac{1}{2}"$.
3.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE $\phi 0,1m$
4.	BASE SOLDADURA MIIG.

MODELO SUPERIOR CONTENEDOR 40 PIES.							OBSERVACIONES
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	
1.3	DISEÑO SUPERIOR CONTENEDOR 40ft						
	1.3.1	Tubería 4"	UN	12,00	\$ 19.525	\$ 234.300,00	
	1.3.2	Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00	
	1.3.3	Tela Impermeable.	M2	27,96	\$ 9.830	\$ 274.846,80	
	1.3.4	Paral Metalico.	ML	2,00	\$ 45.000	\$ 90.000,00	
	1.3.5	Tubería Conduit 3/4	ML	33,32	\$ 2.965	\$ 98.793,80	
	1.3.6	Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00	
	1.3.7	Tee Tubería pvc 3/4	UN	4,00	\$ 1.374	\$ 5.496,00	
	1.3.8	Angulo Metalico	UN	4,00	\$ 17.412	\$ 69.648,00	
	1.3.9	Guaya metalica.	ML	24,00	\$ 1.200	\$ 28.800,00	
	1.3.10	Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00	
	1.3.11	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	4,00	\$ 6.200	\$ 24.800,00	
	1.3.12	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 877.518,60	

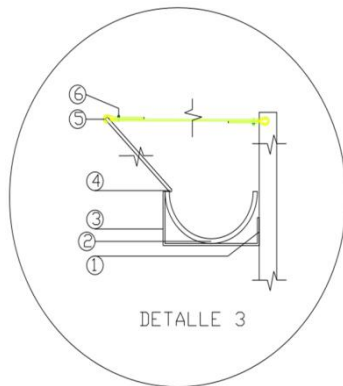
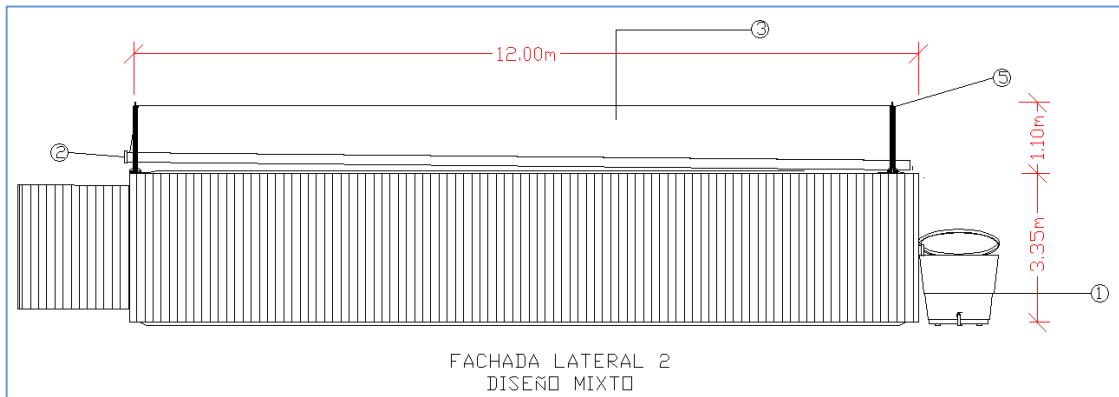
MODELO SUPERIOR CONTENEDOR 20 PIES.							OBSERVACIONES
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	
1.4	DISEÑO SUPERIOR CONTENEDOR 20ft						
	1.4.1	Tubería 4"	UN	6,00	\$ 19.525	\$ 117.150,00	
	1.4.2	Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00	
	1.4.3	Tela Impermeable.	M2	13,98	\$ 9.830	\$ 137.423,40	
	1.4.4	Tubería Conduit 3/4	ML	18,99	\$ 2.965	\$ 56.305,35	
	1.4.5	Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00	
	1.4.6	Tee Tubería pvc 3/4	UN	2,00	\$ 1.374	\$ 2.748,00	
	1.4.7	Angulo Metalico	UN	3,00	\$ 17.412	\$ 52.236,00	
	1.4.8	Guaya metalica.	ML	12,00	\$ 1.200	\$ 14.400,00	
	1.4.9	Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00	
	1.4.10	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	3,00	\$ 6.200	\$ 18.600,00	
	1.4.11	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 449.696,75	

El diseño de este modelo se basa en instalar la estructura en PVC con la tela impermeable en la parte superior del contenedor ya sea de 20 o 40 pies el área de recolección de este sistema se encuentra aproximadamente entre 14,4 y 28,8 m² por lo cual se estima que puede captar entre 0,6 y 4,6 m³ mensual dependiendo la precipitación que se presente, adicionalmente el presupuesto presentado para los dos tipos de contenedores incluye desde los materiales hasta la mano de obra para la instalación de los elementos del modelo.

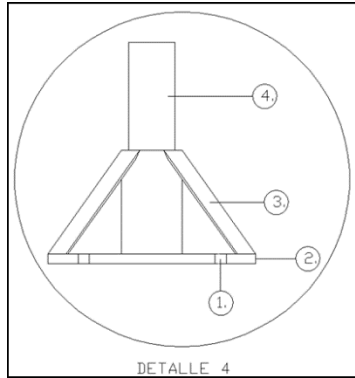
9.1.3 Modelo 3 diseño mixto



DISEÑO MIXTO	
1.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 1000Lts.
2.	BAJANTE EN PVC DE $\varnothing 3''$ (VER DETALLE 3).
3.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129.
4.	DETALLE 3.
5.	SOPORTE TUBULAR EN ACERO INOXIDABLE $\varnothing 3''$ (VER DETALLE 5).
6.	BASE DE SOPORTES VERTICALES (VER DETALLE 4).

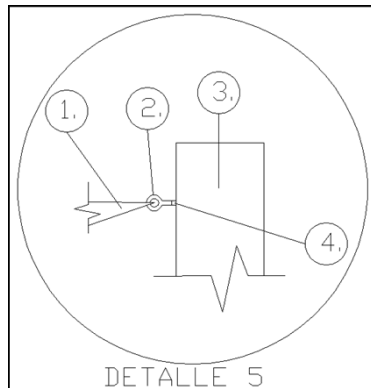


DETALLE AMARRE LONA IMPERMEABLE Y UNION DE BAJANTE	
1.	SOLDADURA MIG
2.	BAJANTE EN PVC DE $\varnothing 3''$
3.	PERFIL EN ACERO INOXIDABLE $e=0.01$
4.	ESTRUCTURA EN PVC PARA LONA IMPERMEABLE
5.	GUAYA METALICA
6.	PERNOS DE FIJACION $\varnothing 1/2''$



**BASE DE SOPORTES VERTICALES
(DETALLE 4)**

1.	PERFORACION PARA PERNO DE $\varnothing 1"$.
2.	LAMINA DE ACERO INOXIDABLE $e=0.03m$ CON 4 PERFORACIONES DE $\varnothing 1"$.
3.	REFUERZO DIAGONAL EN ACERO INOXIDABLE DE GANCHO 0,05m $e=0,01m$.
4.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE DE $\varnothing 0,1m$



**ANCLAJE DE LONA IMPERMEABLE A
SOPORTE VERTICAL (DETALLE 5)**

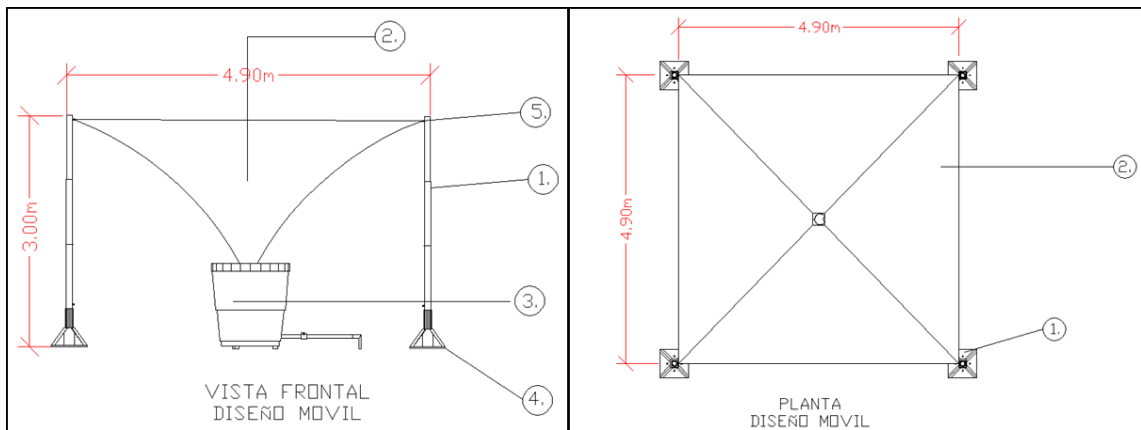
1.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129.
2.	ARGOLLA DE $\varnothing 1\frac{1}{2}"$.
3.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE $\varnothing 0.1m$
4.	BASE SOLDADURA MIIG.

MODELO MIXTO CONTENEDOR 40 PIES.							
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	OBSERVACIONES
1.5	DISEÑO MIXTO CONTENEDOR 40ft						
	1.5.1	Tubería 4"	UN	24,00	\$ 19.525	\$ 468.600,00	
	1.5.2	Tapon 4"	UN	2,00	\$ 2.930	\$ 5.860,00	
	1.5.3	Tela Impermeable.	M2	45,96	\$ 9.830	\$ 451.786,80	
	1.5.4	Tubería Conduit 3/4	ML	32,00	\$ 2.965	\$ 94.880,00	
	1.5.5	Codo tubería pvc 3/4	ML	37,32	\$ 1.626	\$ 60.682,32	
	1.5.6	Tee Tubería pvc 3/4	UN	8,00	\$ 1.374	\$ 10.992,00	
	1.5.7	Angulo Metalico	UN	8,00	\$ 17.412	\$ 139.296,00	
	1.5.8	Guaya metalica.	ML	28,00	\$ 1.200	\$ 33.600,00	
	1.5.9	Tensor para guaya.	UN	28,00	\$ 350	\$ 9.800,00	
	1.5.10	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	8,00	\$ 6.200	\$ 49.600,00	
	1.5.11	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	5,00	\$ 40.000	\$ 200.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 1.525.097	

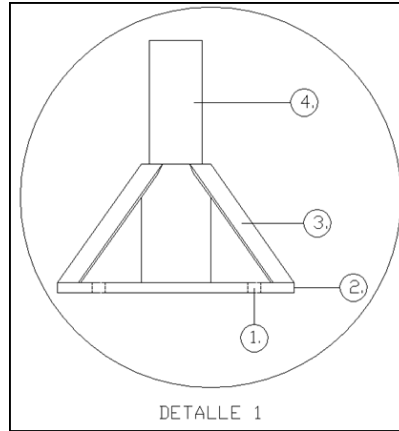
MODELO MIXTO CONTENEDOR 20 PIES.							
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	OBSERVACIONES
1.6	DISEÑO MIXTO CONTENEDOR 20ft						
	1.6.1	Tubería 4"	UN	12,00	\$ 19.525	\$ 234.300,00	
	1.6.2	Tapon 4"	UN	2,00	\$ 2.930	\$ 5.860,00	
	1.6.3	Tela Impermeable.	M2	22,98	\$ 9.830	\$ 225.893,40	
	1.6.4	Tubería Conduit 3/4	ML	36,99	\$ 2.965	\$ 109.675,35	
	1.6.5	Codo tubería pvc 3/4	ML	8,00	\$ 1.626	\$ 13.008,00	
	1.6.6	Tee Tubería pvc 3/4	UN	4,00	\$ 1.374	\$ 5.496,00	
	1.6.7	Angulo Metalico	UN	6,00	\$ 17.412	\$ 104.472,00	
	1.6.8	Guaya metalica.	ML	24,00	\$ 1.200	\$ 28.800,00	
	1.6.9	Tensor para guaya.	UN	8,00	\$ 350	\$ 2.800,00	
	1.6.10	M. de O. Instalacion Angulos.	UN	6,00	\$ 6.200	\$ 37.200,00	
	1.6.11	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	2,00	\$ 40.000	\$ 80.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 847.504,75	

El diseño de este modelo se basa en instalar la estructura en PVC con la tela impermeable en la parte superior y en uno de los costados del contenedor ya sea de 20 o 40 pies, el área de recolección de este sistema se encuentra aproximadamente entre 23,4 y 46,8 m² por lo cual se estima que puede captar entre 0,95 y 7,4 m³ al mes dependiendo la precipitación que se presente, adicionalmente el presupuesto presentado para los dos tipos de contenedores incluye los materiales y la mano de obra para la instalación de los elementos del modelo.

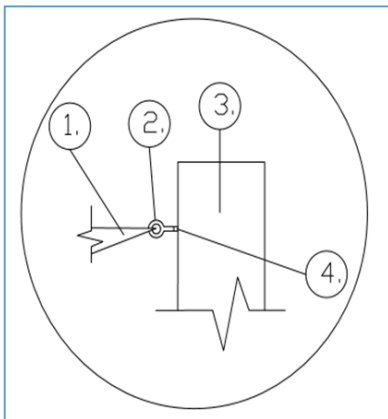
9.1.4 Modelo 4 diseño móvil



DISEÑO MOVIL	
1.	SOPORTE VERTICAL TUBULAR ø3".
2.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129.
3.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 1000Lts.
4.	BASE DE ANCLAJE A PISO EN ACERO INOXIDABLE (VER DETALLE 1).
5.	DETALLE 2.



BASE DE SOPORTES VERTICALES (DETALLE 1)	
1.	PERFORACION PARA PERNO DE $\phi 1''$.
2.	LAMINA DE ACERO INOXIDABLE $e=0.03m$ CON 4 PERFORACIONES DE $\phi 1''$.
3.	REFUERZO DIAGONAL EN ACERO INOXIDABLE DE GANCHO 0,05m $e=0,01m$.
4.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE DE $\phi 0,1m$



ANCLAJE DE LONA IMPERMEABLE A SOPORTE VERTICAL (DETALLE 2)	
1.	LONA IMPERMEABLE BASE 2129.
2.	ARGOLLA DE $\phi 1/2''$.
3.	TUBO EN ACERO INOXIDABLE $\phi 0.1m$
4.	BASE SOLDADURA MIIG.

MODELO MOVIL							OBSERVACIONES
COD	ITEM	SUBITEM	UND	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL	
2.1	DISEÑO MOVIL						
	2.1.1	tanque de almacenamiento de 1000 lts	UN	1,00	\$ 262.624	\$ 262.624,00	
	2.1.2	Base Metalica	UN	4,00	\$ 23.500	\$ 94.000,00	
	2.1.3	Paral Metalico.	ML	12,00	\$ 45.000	\$ 540.000,00	
	2.1.4	Tuberia Conduit 3/4	ML	10,00	\$ 5.087	\$ 50.870,00	
	2.1.5	Guaya metalica.	ML	12,00	\$ 1.200	\$ 14.400,00	
	2.1.6	Tensor para guaya.	UN	1,00	\$ 350	\$ 350,00	
	2.1.7	Tela Impermeable.	M2	24,01	\$ 9.830	\$ 236.018,30	
	2.1.8	M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Total Suministro e Instalacion de sistema:						\$ 1.238.262,30	

El diseño de este modelo se basa en instalar unos soportes verticales a una distancia determinada sobre una superficie rígida y posteriormente instalar la tela impermeable, el área de recolección de este sistema varía dependiendo principalmente del espacio disponible para su instalación esta se encuentra aproximadamente en 24,01 m² por lo cual se estima que puede captar entre 0,98 y 3,81 m³ al mes dependiendo la precipitación que se presente, adicionalmente el presupuesto presentado para los dos tipos de contenedores incluye los materiales y la mano de obra para la instalación de los elementos del modelo.

A partir del análisis de costos planteados para los cuatro modelos se ve necesario hacer una comparación costo-beneficio por la inversión requerida para instalar este sistema, por lo que se analiza el costo del consumo de un metro cubico de agua según la EAAB en la ciudad de Bogotá donde se registra que un valor aproximado de \$6.500.°° PESOS MCTE por metro cubico para obras que se encuentran en un estrato socioeconómico 3, por lo cual se puede decir que con base en los promedios de precipitaciones presentados en Bogotá se calcula que en general el ahorro obtenido por la implementación de estos sistemas oscila entre los 70.000 y los 250.000 PESOS MCTE puesto que la inversión realizada en la implementación de los modelos del sistema planteado se ve recuperada entre los primeros 6 a 8 meses. Esto concluye, que hay una viabilidad económica y gran oportunidad de ahorro no solo del consumo de agua potable sino de inversión monetaria en obras que en su programación tengan una duración mínima de 1 año.

10. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de esta investigación han evidenciado la optimización de implementar sistemas de aprovechamiento de aguas lluvia en la ciudad de Bogotá, según los múltiples factores que deben ser estudiados para el desarrollo de esta investigación, tales como, la ubicación del proyecto, la tipología de uso de la construcción, los niveles de consumo de agua potable en las diferentes actividades dentro de una obra de construcción y las áreas de captación asignadas, para determinar el diseño que más se adecue de acuerdo a los modelos propuestos.

La implementación de agua potable para diferentes actividades en obras de construcción resalta el impacto ambiental que genera este sector especialmente, en ciudades del país, donde hay escasez del recurso hídrico, a partir de la identificación de este problema, resulta importante generar proyectos de construcción sostenible, con la finalidad de disminuir la demanda de bienes y servicios ambientales.

Las alternativas de contribución a la reducción del consumo de agua potable en actividades donde no es imperativo, se basa en los sistemas hidráulicos empleados para la toma y almacenamiento del agua lluvia, sin embargo, aunque no resulta fácil la elaboración de un modelo que permita obtener el volumen de agua lluvia óptima para cada una de las obras, al tomar los datos de precipitaciones mínimas y máximas, así como la ubicación de las áreas de intervención se puede diseñar un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia capaz de retribuir económicamente en el término de seis y ocho meses la inversión realizada, de este modo el ahorro de agua potable se verá reflejado en las tarifas de facturación por el servicio, la cual tiene un valor de 6,560 m³, por lo tanto, se puede evaluar la factibilidad, económica, ambiental y social de la implementación de este tipo de alternativas.

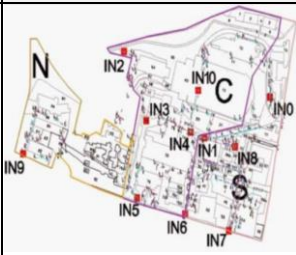
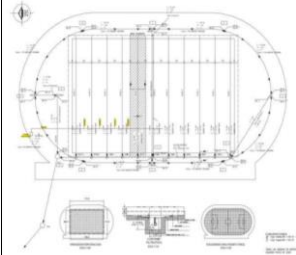




11. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION

En el desarrollo de esta investigación, se realizó un análisis pluviométrico de las diferentes localidades en la ciudad de Bogotá, resultado que establece la optimización de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvia gracias al alto índice de precipitaciones que se presentan dentro de la ciudad en lo corrido del año; la elaboración de diferentes diseños de cubierta para implementarlos en campamentos de obras en construcción, resalta la versatilidad y economía que representa los diferentes materiales que lo componen.

La investigación se puede extender a zonas rurales, en las que el agua potable es escasa y se implementa en actividades cotidianas, adicionalmente se puede plantear un sistema de recolección de aguas lluvias que se pueda implementar no solo durante la construcción de la edificación sino que también pueda seguir su vida útil después de finalizada y entregada la misma para generar un ahorro aun mayor de este recurso.

12. ANEXO

Anexo 1 matriz de referentes

SISTEMAS DE REUTILIZACION DE AGUAS	DIMENSIONES	CARACTERISTICAS	IMAGEN
Aprovechamiento de aguas lluvias en campus de la PUJ	Areas de captación edif. Formacion deportiva y demas edificios del campus. Sin datos de areas de cubiertas.	Sistema de aprovechamiento de aguas lluvias con diseños hidraulicos que conducen a un tanque de almacenamiento subterraneo y distribucion mediante una red de presion, sus usos principales son para lavado de zonas duras, fachadas y riego de zonas verdes.	
Sistema de captacion de aguas para el estadio de la Universidad Industrial de Santander.	Se obtiene un area de captacion de 7.350m ² que implica el terreno de juego y cubiertas existentes.	Es un sistema de drenaje convencional de la cancha y sus cubiertas en el cual en el proceso de captacion las aguas pasan por un filtro para despues llegar a un tanque de almacenamiento y su distribucion se hace mediante una red de presion. Sus aplicaciones son: riego del campo, baños y lavado de zonas duras.	
Uso eficiente del agua Confeccion de eco-materiales. Colegio Mayor de Antioquia.	Se obtienen resultados optimos de las tomas realizadas en las diferentes estaciones metereologicas ubicadas en la ciudad.	El concreto confeccionado con aguas lluvia como alternativa para la disminucion del impacto ambiental generado por la industria de la construccion en la capital de Antioquia.	
Hipermercado Alkosto Villa/cio, Bogota.	Se aprovechan en Bogota 6000m ² de cubierta, y en Villa/cio 1061m ² . para suplir mas del 75% de las actividades cotidianas.	Sistema hidraulico convencional, donde el agua pasa por el proceso floculación, filtrado y cloración realizados en una planta de tratamiento, sus usos en el mantenimiento del supermercado, usos domesticos y consumo.	
Edificio de postgrados de ciencias humanas Universidad Nacional, sede Bogota.	El edificio cuenta con un area de 9.142m ² en la que es arposechada areas comunes y cubiertas para captar el agua lluvia.	Recubrimiento de las cubiertas con grava, areas amplias donde se capta agua lluvia que es llevada a un tanque subterraneo, donde se filtra y posteriormente se bombea a los puntos de riego y lavado, baños, fuentes y espejos de agua.	
Deposito Flexible para liquidos labaronne-citaf	1000lts 2,83x1,28 altura 0,50m. 2000lts 2,29x2,56 altura 0,55m. 3000lts 3,6x2,19 altura 0,60m. 5000lts 5,02x2,19 altura 0,70m. 6000lts 4,16x2,96 altura 0,75m. 7000lts 4,46x2,96 altura 0,80m. 8000lts 4,17x3,44 altura 0,85m. 9000lts 4,07x3,96 altura 0,90m. 10000lts 3,69x4,47 altura 0,90m.	Depositos que permiten almacenar el agua protegiendola del aire, su material ADB 900: Tejido 100% poliéster con capa de PVC (900g/m ²), su fabricacion principal en paises Europeos y su comercializacion en America latina en paises como Argentina, Chile, Bolivia y Peru.	

Elaboración propia

Anexo 2: ficha técnica Modelo 1 lateral para contenedores

F I C H A T E C N I C A D I S E Ñ O D E L O L A T E R A L R E C O L E C C I O N E A G U A S D E 2 0 Y 4 0 P I E S

**Contenedor 40 y 20 Pies
Diseño Lateral.**

**Descripción
General**

Este modelo es la implementación de un elemento que permita la recolección de aguas lluvias, en un contenedor de 40 y 20 pies y esta compuesto por materiales muy económicos y fáciles de adquirir en cualquier ferretería del mercado, su instalación es simple y consta un diseño que nos permite suspender su uso cuando no se presenten precipitaciones.

Usos.

- * Recolección de aguas lluvias en campamentos de obra que tengan contenedores de 40 pies.
- * Recolección de aguas lluvias en zonas donde las precipitaciones sean abundantes.

Ventajas.

- * Permite la recolección de aguas lluvias en obras donde las áreas de cubierta y de campamentos no permitan la captación de estas aguas.
- * Reducción en el consumo de las provisionales de obra de agua potable.
- * Facilita la obtención de agua para actividades como el curado de concreto, lavado de llantas de volquetas, cortadoras de ladrillo, y aseos de obra entre otras.

Datos Básicos.

Elementos que lo componen.

Tubería 4"	ML	12,00
Tapon 4"	UN	1,00
Tela Impermeable.	M2	18,00
Tubería Conduit 3/4"	ML	30,00
Codo tubería pvc 3/4"	ML	4,00
Tee Tubería pvc 3/4"	UN	4,00
Angulo Metalico	UN	4,00
Guaya metálica.	ML	24,00

Presentación.

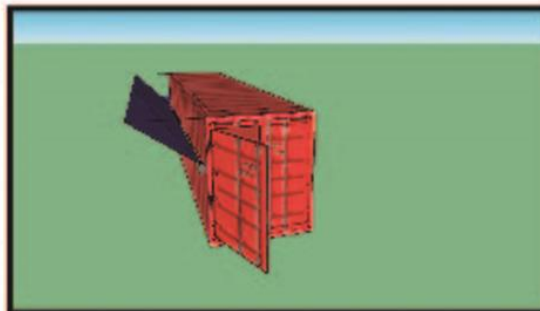
- * Contenedor 12 metros Lineales (40ft)
- * Contenedor 6 metros Lineales (20ft)

Datos técnicos.

General

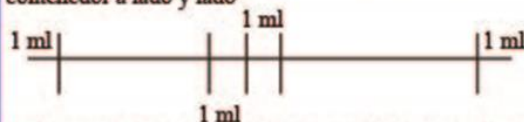
Largo: 12 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Área: 18 m²
 Recolección promedio: 729 lt x m² Hora.

Largo: 6 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Área: 18 m²
 Recolección promedio: 364 lt x m² Hora.

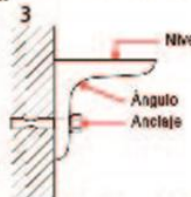


Instalación.

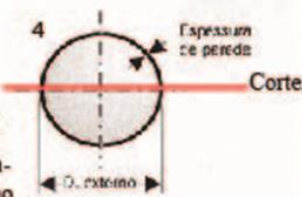
- 1- trazado lateral de pendiente 2%
- 2- Identificar los puntos de anclaje de los angulos metalicos a un metro de los extremos del contenedor para los dos angulos iniciales y 1 metro apartir del punto medio del contenedor a lado y lado



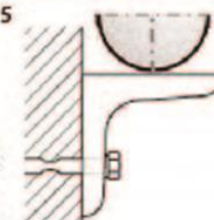
- 3- Los angulos metalicos deben ser soldados o anclados a la cara lateral del contenedor en los puntos ya marcados.



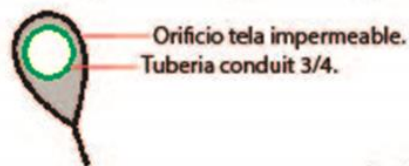
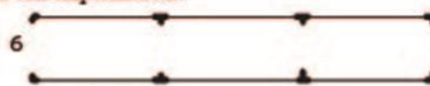
- 4- Los o el tubo de 4" debe ser cortado por mitad de la seccion del mismo.



- 5- El tubo debe ser colocado en la parte superior del de los angulos instalados para que trabaje como canal y debe ser fijado con un torton de alambre negro a los angulos instalados.



- 6- Con la tubería conduit se deben armar dos paraleles que tengan el largo del contenedor y deben ser introducidos en los orificios de el largo de la tela impermeable.

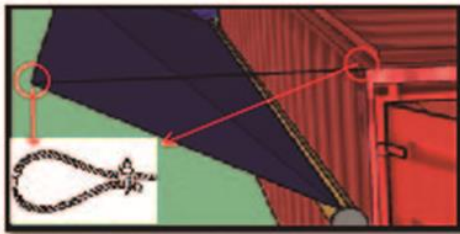


FICHA TECNICA DEL MODELO LATERAL CON TENDIDO DE AGUAS PLUVIAS

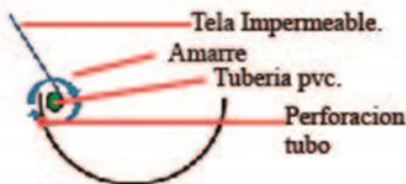
7- Con la tubería conduit instalada en la tela a lo largo terminamos de instalar el esqueleto de lo que va a ser la estructura que soportara la tela impermeable repartiendo las distancias en tres partes iguales.



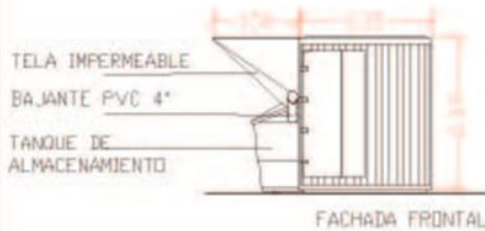
7- Ahora aseguramos las esquinas de la tela a las esquinas superiores del contenedor con la guaya metálica y los perros.



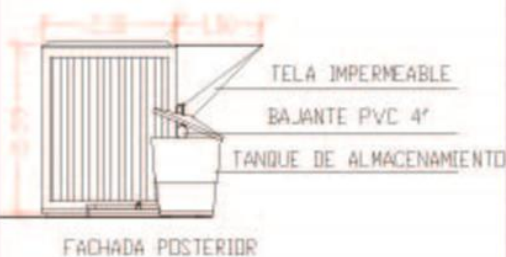
8- En los puntos donde están las uniones del esqueleto en pvc se abren orificios al tubo de 4" y serán sujetadas con un torton de alambre para sujetar o fijar la tela al interior del tubo de 4".



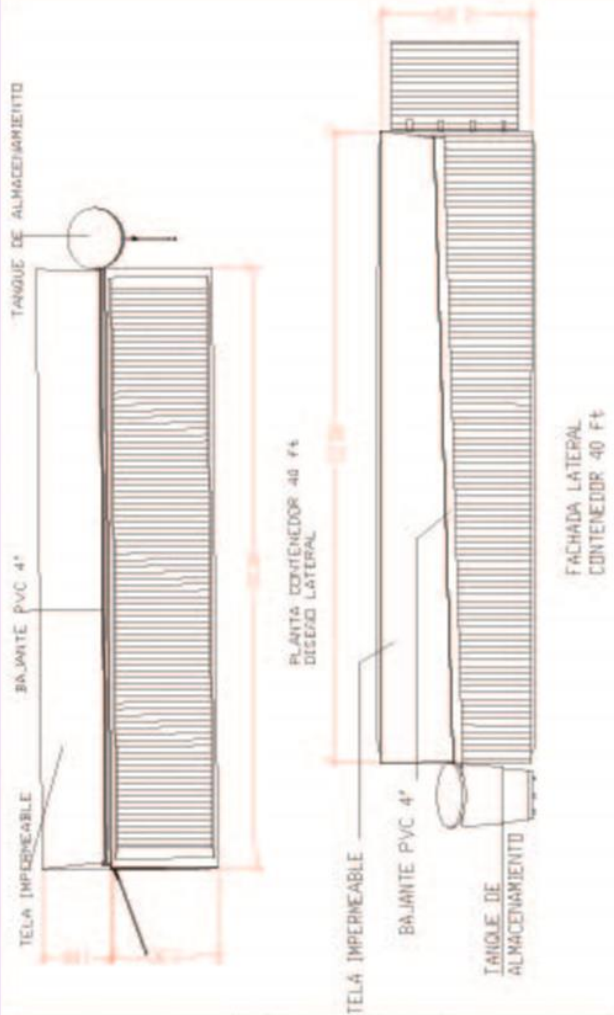
Planimetria.



FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR



MATERIAL Y M.de.O	UN D	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL
MODELO LATERAL CONTENEDOR 40 PIES.				
Tubería 4"	ML	12,00	\$ 19.525	\$ 234.300,00
Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00
Tela Impermeable.	M2	18,00	\$ 9.830	\$ 176.940,00
Tubería Conduft 3/4	ML	30,00	\$ 2.965	\$ 88.950,00
Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00
Tee Tubería pvc 3/4	UN	4,00	\$ 1.374	\$ 5.496,00
Angulo Metalico	UN	4,00	\$ 17.412	\$ 69.648,00
Guaya metálica.	ML	24,00	\$ 1.200	\$ 28.800,00
Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00
M. de O. Instalacion Angulo	UN	4,00	\$ 6.200	\$ 24.800,00
M. de O. Instalacion Model	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00
Total:				\$ 679.768,00
MODELO LATERAL CONTENEDOR 20 PIES.				
Tubería 4"	UN	6,00	\$ 19.525	\$ 117.150,00
Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00
Tela Impermeable.	M2	9,00	\$ 9.830	\$ 88.470,00
Tubería Conduft 3/4	ML	18,00	\$ 2.965	\$ 53.370,00
Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00
Tee Tubería pvc 3/4	UN	2,00	\$ 1.374	\$ 2.748,00
Angulo Metalico	UN	3,00	\$ 17.412	\$ 52.236,00
Guaya metálica.	ML	12,00	\$ 1.200	\$ 14.400,00
Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00
M. de O. Instalacion Angulo	UN	3,00	\$ 6.200	\$ 18.600,00
M. de O. Instalacion Model	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00
Total:				\$ 397.808,00

Anexo 3: Modelo 2 Superior para contenedores

F I C H A T E C N I C A M O D E L O S U P E R I O R D E R E C O L E C C I O N E D A G U A S L L U V I A S

**Contenedor 40 y 20 Pies
Diseño Superior.**

Descripción

General

Este modelo es la implementación de un elemento que permita la recolección de aguas lluvias, en un contenedor de 40 y 20 pies y esta compuesto por materiales muy económicos y fáciles de adquirir en cualquier ferretería del mercado, su instalación es simple y consta un diseño que nos permite suspender su uso cuando no se presenten precipitaciones. esta pensado para los contenedores oficina con vanos de ventanas y no pueden tener el diseño lateral

Usos.

- * Recolección de aguas lluvias en campamentos de obra que tengan contenedores de 40 pies.
- * Recolección de aguas lluvias en zonas donde las precipitaciones sean abundantes.

Ventajas.

- * Permite la recolección de aguas lluvias en obras donde las áreas de cubierta y de campamentos no permitan la captación de estas aguas.
- * Reducción en el los consumos de las provicional de obra de agua potable.
- * Facilita la obtención de agua para actividades como el curado de concreto, lavado de llantas de volquetas, cortadoras de ladrillo, y aseos de obra entre otras.

Datos Básicos.

Elementos que lo componen.

Tubería 4"	ML	12,00
Tapon 4"	UN	1,00
Tela Impermeable.	M2	27,96
Tubería Conduit 3/4	ML	30,00
Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00
Tee Tubería pvc 3/4	UN	4,00
Angulo Metalico	UN	4,00
Guaya metalica.	ML	24,00

Presentación.

- * Contenedor 12 metros Lineales (40ft)
- * Contenedor 6 metros Lineales (20ft)

Datos técnicos.

General

Largo: 12 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Area: 18 m²
 Recolección promedio: 729 lt x m² Hora.

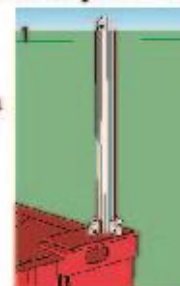
Largo: 6 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Area: 18 m²
 Recolección promedio: 364 lt x m² Hora.



Instalacion.

1- Comenzamos con la instalación de los dos paraleles metalicos de altura 0.50 mt en dos de las esquinas a lo largo del contenedor.

2- En la exquina del acceso del contenedor se instalar unas platinas que daran el 2% de inclinacion a la canal.



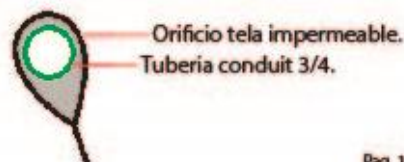
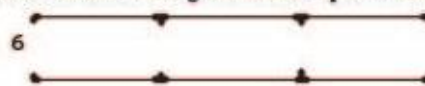
3- Los o el tubo de 4" debe ser cortado por mitad de la seccion del mismo.



4- Se debe fijar la tubería previamente cortada a los dos extremos opuestos de los paraleles instalados con una pendiente del 2% y asegurandolo al contenedor con tornones de alambre en las dos puntas.



6- Con la tubería conduit se deben armar dos paraleles que tengan el largo del contenedor y deben ser introducidos en los orificios de el largo de la tela impermeable.

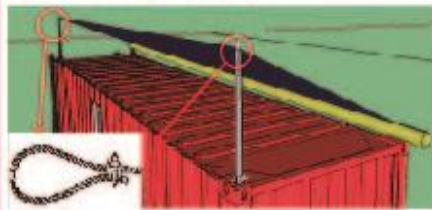


FICHA TECNICA DEL MODELO SUPERIOR DE RECOLECCION DE AGUAS LUVIAS

7- Con la tubería conduit instalada en la tela a lo largo terminamos de instalar el esqueleto de lo que va a ser la estructura que soportara la tela impermeable repartiendo las distancias en tres partes iguales.



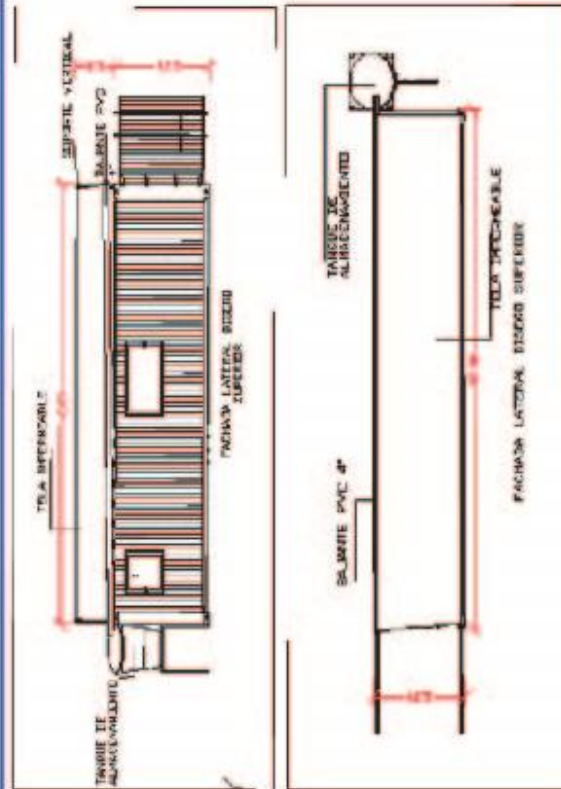
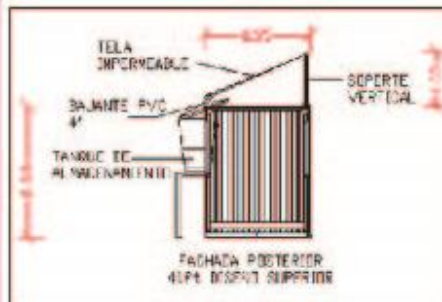
7- Ahora aseguramos las esquinas de la tela a las esquinas superiores de los paralelos con la guaya metálica y los perros.



8- En los puntos donde están las uniones del esqueleto en pvc se abren orificios al tubo de 4" y serán sujetadas con un torton de alambre para sujetar o fijar la tela al interior del tubo de 4".



Planimetria.



Presupuesto.

MATERIAL Y M.de.O	UN D	CANT PLANEADA	VR UNITARIO	VALOR PARCIAL
MODELO SUPERIOR CONTENEDOR 40 PIES.				
Tubería 4"	UN	12,00	\$ 19.525	\$ 234.300,00
Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00
Tela Impermeable.	M2	27,96	\$ 9.830	\$ 274.846,80
Paral Metálico.	ML	2,00	\$ 45.000	\$ 90.000,00
Tubería Conduit 3/4	ML	33,32	\$ 2.965	\$ 98.793,80
Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00
Tee Tubería pvc 3/4	UN	4,00	\$ 1.374	\$ 5.496,00
Angulo Metálico	UN	4,00	\$ 17.412	\$ 69.648,00
Guaya metálica.	ML	24,00	\$ 1.200	\$ 28.800,00
Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00
M. de O. Instalacion Angulo	UN	4,00	\$ 6.200	\$ 24.800,00
M. de O. Instalacion Modelo	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00
Total:				\$ 877.518,60
MODELO SUPERIOR CONTENEDOR 20 PIES.				
Tubería 4"	UN	6,00	\$ 19.525	\$ 117.150,00
Tapon 4"	UN	1,00	\$ 2.930	\$ 2.930,00
Tela Impermeable.	M2	13,98	\$ 9.830	\$ 137.423,40
Tubería Conduit 3/4	ML	18,99	\$ 2.965	\$ 56.305,35
Codo tubería pvc 3/4	ML	4,00	\$ 1.626	\$ 6.504,00
Tee Tubería pvc 3/4	UN	2,00	\$ 1.374	\$ 2.748,00
Angulo Metálico	UN	3,00	\$ 17.412	\$ 52.236,00
Guaya metálica.	ML	12,00	\$ 1.200	\$ 14.400,00
Tensor para guaya.	UN	4,00	\$ 350	\$ 1.400,00
M. de O. Instalacion Angulo	UN	3,00	\$ 6.200	\$ 18.600,00
M. de O. Instalacion Modelo	GLB	1,00	\$ 40.000	\$ 40.000,00
Total:				\$ 449.696,75

Anexo 4: Modelo 3 Diseño Mixto

F I C H A T E C N I C A D E M O D E L O R E C O M B I N A D O C O N T A G U A S L L U V I A S 4 0

**Contenedor 40 y 20 Pies
Diseño Combinado.**

Descripción

General

Este modelo reúne los dos sistemas en un solo contenedor y la instalación de los dos sistemas se debe seguir al pie de la letra de cada uno de ellos.

Usos.

- * Recoleccion de aguas lluvias en campamentos de obra que tengan contenedores de 40 pies.
- * Recoleccion de aguas lluvias en zonas donde las presipitaciones sean abundantes.

Ventajas.

- * Permite la recolección de aguas lluvias en obras donde las áreas de cubierta y de campamentos no permitan la captación de estas aguas.
- * Reducción en el los consumos de las provisionales de obra de agua potable.
- * Facilita la obtención de agua para actividades como el curado de concreto, lavado de llantas de volquetas, cortadoras de ladrillo, y aseos de obra entre otras.

Datos Básicos.

Elementos que lo componen.

Tubería 4"	UN	24,00
Tapon 4"	UN	2,00
Tela Impermeable.	M2	45,96
Tubería Conduit 3/4	ML	32,00
Codo tubería pvc 3/4	ML	37,32
Tee Tubería pvc 3/4	UN	8,00
Angulo Metalico	UN	8,00
Guaya metalica.	ML	28,00
Tensor para guaya.	UN	28,00
M. de O. Instalacion Angulos.	UN	8,00
M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	5,00

Presentación.

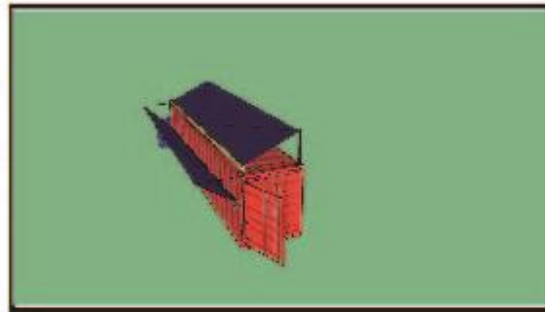
- * Contenedor 12 metros Lineales (40ft)
- * Contenedor 6 metros Lineales (20ft)

Datos tecnicos.

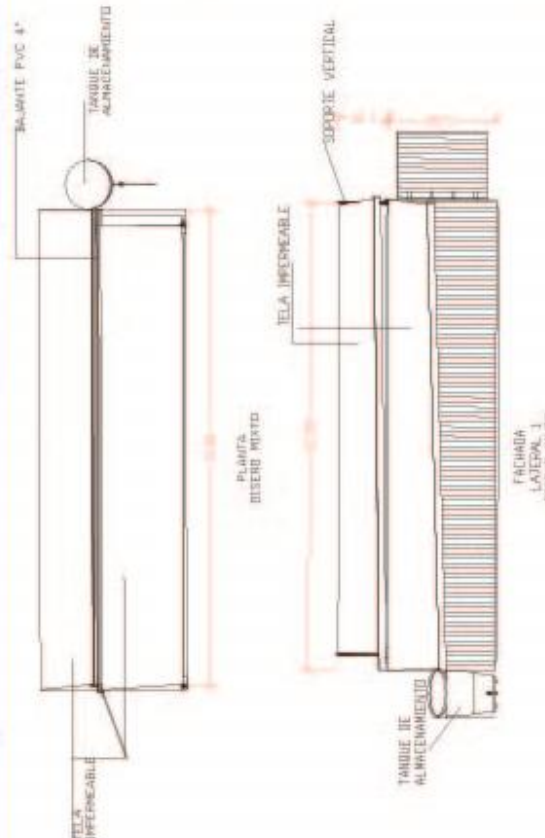
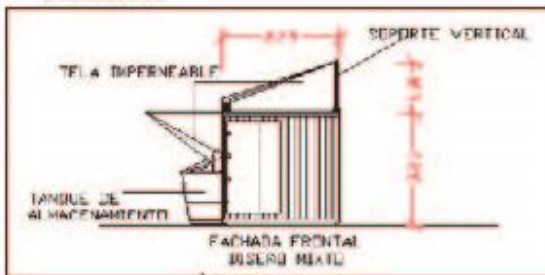
General

Largo: 12 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Area: 45 m²
 Recoleccion promedio: 1458 lt x m² Hora.

Largo: 6 ml
 Ancho: 1.5 ml
 Pendiente: 2%
 Area: 18 m²
 Recoleccion promedio: 736 lt x m² Hora.



Planimetria.



Anexo 5: Modelo 4 Diseño Movil

F I C H A T E C N I C A M O D E L O R E C O L E C C I O N A G U A S L L U V I A S D I S E Ñ O M O V I L

Diseño Movil.

de 5 mts x 5 mts

Descripción

General

Este modelo es pensando para las obras que carecen de espacio y areas para la captacion de aguas tiene un diseño adaptable para instalar en terreno natural o sobre placas en concreto su area puede variar dependiendo de la nesecidad de los proyectos esto quiere decir que apartir de un area que tenga 2,50 mt por 2,50 mt en adelante se puede realizar la construccion de este elemento. de igual forma el tanque de almacenamiento central puede ser remplazado por tuberia que conduzca por gravedad a cualquier punto o sitio de almacenamiento del recurso hidrico captado.

Usos.

- * Recoleccion de aguas lluvias en obras de construccion adaptable para su instalacion en cualquier area disponible.
- * Recoleccion de aguas lluvias en zonas donde las presipitaciones sean abundantes.

Ventajas.

- * Permite la recoleccion de aguas lluvias en obras donde las areas de cubierta y de campamentos no permitan la captacion de estas aguas.
- * Reduccion en el los consumos de las provicional de obra de agua potable.
- * Facilita la obtención de agua para actividades como el curado de concreto, lavado de llantas de volquetas, cortadoras de ladrillo, y aseos de obra entre otras.

Datos Básicos.

Elementos que lo componen.

Modelo. de 5 mts x 5 mts

tanque de almacenamiento de 1000 lts	UN	1,00
Base Metalca	UN	4,00
Paral Metalco.	ML	12,00
Tuberia Conduft 3/4	ML	10,00
Guaya metalca.	ML	12,00
Tensor para guaya.	UN	1,00
Tela impermeable.	M2	24,01
M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	1,00

Presentación.

* Apartir de un area de 2,5 mts x 2,5 mts hasta 6 mts x 6 mts se pueden fabricar este modelo dependiendo de la nesecidad del proyecto.

Datos tecnicos.

General

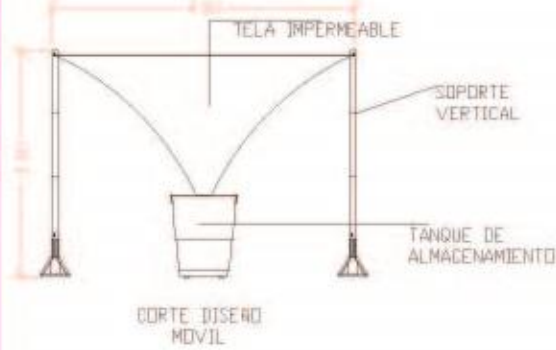
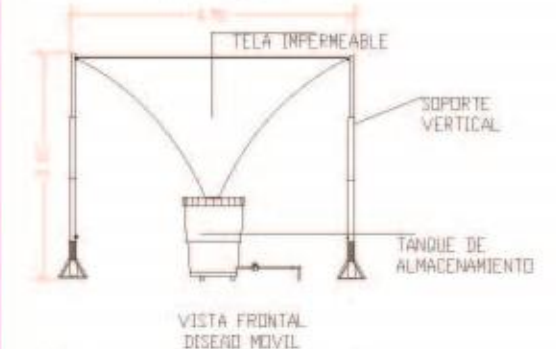
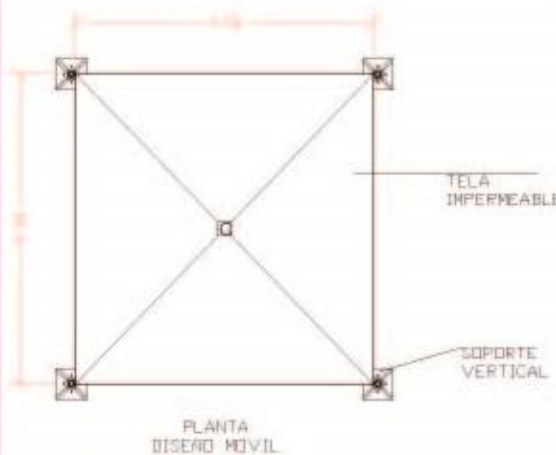
Modelo. de 5 mts x 5 mts

Largo: 5 ml

Ancho: 5 ml

Area: 25 m²

Recoleccion promedio: 690 lt x m² Hora.



Anexo 6: Diseño lateral para cubiertas Existentes

FICHA TÉCNICA DEL MODELO DE RECOLECCIÓN DE AGUAS TRADICIONALES

**Construcciones tradicionales.
Diseño Lateral.**

**Descripción
General**

Este modelo es la implementación de un elemento que permita la recolección de aguas lluvias, en construcciones tradicionales que normalmente se utilizan como caciono, baños y bodegas y esta compuesto por materiales muy económicos y fáciles de adquirir en cualquier ferretería del mercado, su instalación es simple y consta un diseño que nos permite suspender su uso cuando no se presenten precipitaciones.

Usos.

- * Recolección de aguas lluvias en campamentos de obra que tengan construcciones tradicionales para casita, baños y bodegas.
- * Recolección de aguas lluvias en zonas donde las precipitaciones sean abundantes.

Ventajas.

- * Permite la recolección de aguas lluvias en obras donde las áreas de cubierta y de campamentos estén compuestas por este tipo de construcciones tradicionales.
- * Reducción en el consumo de las provisionales de obra de agua potable.
- * Facilita la obtención de agua para actividades como el curado de concreto, lavado de llantas de volquetas, cortadoras de ladrillo, y aseos de obra entre otras.

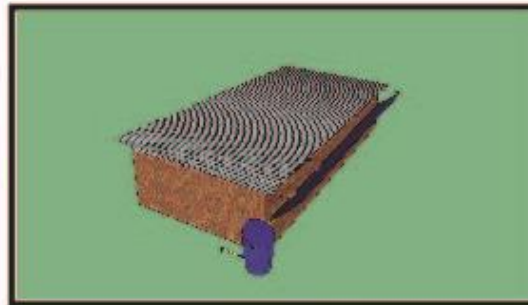
Datos Básicos.

Elementos que lo componen. x 1 ml

Tubería 4"	UN	1,00
Tapon 4"	UN	0,08
Tela Impermeable.	M2	1,50
Tubería Conduit 3/4	ML	2,50
Codo tubería pvc 3/4	ML	0,33
Tee Tubería pvc 3/4	UN	0,33
Angulo Metalico	UN	0,33
Guaya metálica.	ML	2,00
Tensor para guaya.	UN	0,33
M. de O. Instalacion Angulos.	UN	0,33
M. de O. Instalacion Modelo.	GLB	0,08

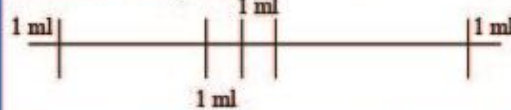
Presentación por metro lineal.

* Puede ser instalado en cualquier construcción tradicional y las cantidades de materiales y costos dependerán de los metros lineales requeridos.

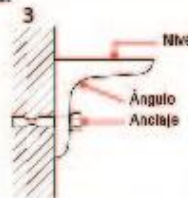


Instalacion.

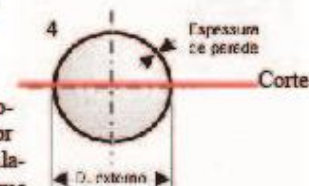
- 1- trazado lateral de pendiente 2%
- 2- Identificar los puntos de anclaje de los angulos metalicos a un metro de los extremos del contenedor para los dos angulos iniciales y 1 metro apartir del punto medio del contenedor a lado y lado



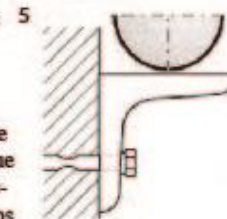
- 3- Los angulos metalicos deben ser soldados o anclados a la cara lateral del contenedor en los puntos ya marcados.



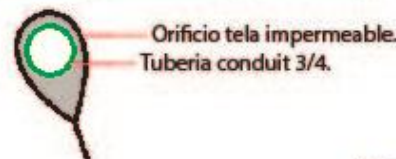
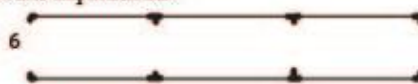
- 4- Los o el tubo de 4" debe ser cortado por mitad de la seccion del mismo.



- 5- El tubo debe ser colocado en la parte superior del de los angulos instalados para que trabaje como canal y debe ser fijado con un torton de alambre negro a los angulos instalados.

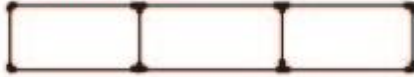


- 6- Con la tubería conduit se deben armar dos parales que tengan el largo del contenedor y deben ser introducidos en los orificios de el largo de la tela impermeable.

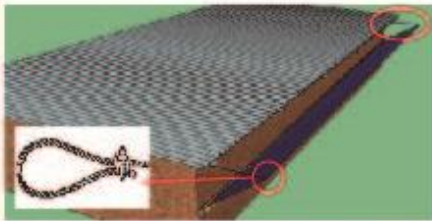


F I C H A T E C N I C A M O D E L O R E C O L E C C I O N A G U A S L L U V I A S
D I S E Ñ O L A T E R A L C O N T E N E D O R D E 2 0 Y 4 0 P I E S

7- Con la tubería conduit instalada en la tela a lo largo terminamos de instalar el esqueleto de lo que va a ser la estructura que soportará la tela impermeable repartiendo las distancias en tres partes iguales.



7- Ahora aseguramos las esquinas de la tela a las esquinas superiores del contenedor con la guaya metálica y los pernos.



8- En los puntos donde están las uniones del esqueleto en pvc se abren orificios al tubo de 4" y serán sujetadas con un torton de alambre para sujetar o fijar la tela al interior del tubo de 4".



13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ballen, Galarza y Ortiz. (2006). Sistemas de Aprovechamiento agua lluvia para vivienda urbana. En *Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento urbano de agua* (págs. 1-12). Sao Paulo. Brasil: VI Serea.
- Greenpeace Colombia. (2003). *Informe Geo America Latina y el Caribe*. Costa Rica.
- ICONTEC. (2001). *Agua para la elaboracion de concreto, NTC 3459 Concretos*. Bogotá.
- IDEAM, F. (2004). *estudio de la caracterizacion climatica de bogota y cuenca del alto rio tunjuelo*. Bogota.
- IDEAM, G. D. (2011). *Mapas de precipitacion promedio en Colombia*. Bogotá-Colombia.
- Labaronne-Citaf. (2011). *Deposito flexible de agua*. Francia.
- Lara, Duarte, Campos y Villegas. (2007). *Aprovechamiento del agua lluvia para el riego y lavado de zonas duras y fachadas en el campus de la pontificia Universidad Javeriana*. Bogotá.
- Medina y Bedoya. (2012). *El concreto confeccionado con aguas lluvia como alternativa para la disminucion del impacto ambiental generado por la industria de la construccion*. IV SEMINARIO INTERNACIONAL LA SOSTENIBILIDAD PUNTO DE ENCUENTRO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION SOSTENIBLE, INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR MAYOR DE ANTIOQUIA, Medellin-Colombia.
- Michelsen, A. L. (1978). Decreto 15411978. Bogota.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Codigo Nacional de Recursos Renovables y de Proteccion al Medio Ambiente*. Bogota.
- Republica, C. d. (1998). *Ley 373 de 1998 programa para el uso eficiente y ahorro del agua*. Bogotá-Colombia.
- Restrepo, C. A. (2012). *El confeccionado de aguas lluvia como alternativa para la disminucion del impacto ambiental*. Medellin.
- Sostenible, M. d. (2014). *Codigo Nacional de Recursos renovables y de proteccion del medio ambiente*. Bogotá-Colombia.