

**RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN VIVIENDAS DE  
INTERÉS SOCIAL Y BAJOS RECURSOS EN EL BARRIO YOMASA EN LA  
CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**LADY PATRICIA SUÁREZ ORTEGA  
JHON JAIRO RODRÍGUEZ HERRERA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2014**

**RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN VIVIENDAS DE  
INTERÉS SOCIAL Y BAJOS RECURSOS EN EL BARRIO YOMASA EN LA  
CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**LADY PATRICIA SUÁREZ ORTEGA  
JHON JAIRO RODRÍGUEZ HERRERA**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director  
PAULA ANDREA VILLEGAS GONZÁLEZ  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2014**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

Esto es un resumen legible por humanos del [Texto Legal \(la licencia completa\)](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

---

---

---

---

Director de Investigación  
Ing. Paula Andrea Villegas González

---

Asesor Metodológico  
Ing. Saieth Cháves Pabón

---

Jurado

Bogotá D.C., junio de 2014

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
4. DIAGNÓSTICO DEL BARRIO YOMASA Y LA VIVIENDAS UBICADAS EN LA LOCALIDAD DE USME EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	17
4.1 CARACTERIZACIÓN UPZ YOMASA EN LA LOCALIDAD DE USME	17
4.1.1 Descripción general	17
4.1.2 Localización de la UPZ 57. Gran Yomasa	19
4.1.3 Aspectos geográficos y urbano-regionales	19
4.1.4 Ecosistema de páramo	21
4.1.5 Río Tunjuelo	22
4.1.6 Relleno sanitario Doña Juana	23
4.1.7 Aspectos sociales y comerciales	23
4.1.8 Viviendas	24
4.1.9 Servicios públicos y entorno.	28
4.1.10 Población en situación y condición de desplazamiento en la Localidad.	29
4.2 DIAGNÓSTICO DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL Y ESCASOS RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y COSECHA DE AGUAS LLUVIAS	30
5. ESTADO DEL ARTE SOBRE SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA	41
5.1 GENERALIDADES	41
5.2 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	45
5.3 CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN EUROPA.	53
5.4 SISTEMA DE CAPTACION Y APROVECHAMIETO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD. DE MEXICO	56
5.5 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN COLOMBIA	62

	pág.
5.6 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN ECUADOR	69
5.7 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN VENEZUELA	70
6. DISEÑO DE SISTEMA DE RECOLECCION Y REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIAS PROPUESTO PARA EL BARRIO YOMASA	72
6.1 PROPUESTAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	88
7. CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	98

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Estaciones pluviométricas de la cuenca del Río Tunjuelo	73
Tabla 2. Valores Mensuales de Precipitación Estación Torca(mm)	75
Tabla 3. Valores mensuales de precipitación estación la Picota (mm)	77
Tabla 4. Valores mensuales de precipitación estación Doña Juana (mm)	79
Tabla 5. Valores mensuales de precipitación estación El Bosque (mm)	81
Tabla 6. Resumen Valores Mensuales de Precipitación Cuenca del Río Tunjuelo (mm)	83
Tabla 7. Resultados de los cálculos de demanda, abastecimiento	86
Tabla 8. Cálculo del Volumen de abastecimiento	87
Tabla 9. Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento	88

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. División administrativa localidades de la ciudad de Bogotá	18
Figura 2. Hidrografía localidad de Usme	20
Figura 3. Río Tunjuelo	22
Figura 4. Hogares con déficit de vivienda Años 2007 - 2011	25
Figura 5. Índice de propiedad horizontal por UPZ	26
Figura 6. Déficit por condición de pobreza de los hogares de la localidad de Usme	28
Figura 7. Iglesia de la comunidad del barrio Yomasa	31
Figura 8. Casa común del sector Yomasa	32
Figura 9. Drenaje artesanal de aguas lluvias	34
Figura 10. Drenaje artesanal de aguas lluvias	35
Figura 11. Drenaje actual de aguas Lluvias	36
Figura 12. Drenaje actual de aguas Lluvias	37
Figura 13. Sector de alto riesgo	38
Figura 14. Sector de alto riesgo	39
Figura 15. Canales romanos	42
Figura 16. Canales egipcios	43
Figura 17. Canales Incas	44
Figura 18. Canales Griegos	45
Figura 19. Ciclo Hidrológico	46
Figura 20. Sistemas de recolección de agua lluvia (Techos)	47
Figura 21. Canales	48
Figura 22. Tanques de almacenamiento	49
Figura 23. Filtros de sedimentación	50
Figura 24. Motobombas	51
Figura 25. Captación de agua lluvia en techos	52
Figura 26. Diseño básico de recolección de aguas pluviales	54
Figura 27. Clasificación de la captación de agua lluvia	57
Figura 28. Dispositivo de separación de primera lluvia (d)	59
Figura 29. Dispositivo de separación de primera lluvia (e)	60
Figura 30. Dispositivo de separación de primera lluvia (f)	60
Figura 31. Desarenador	61
Figura 32. Edificio Bancolombia sede Medellín	63
Figura 33. Sede de la farmacéutica Novartis	65
Figura 34. Centro de distribución Ecobranche Avon Antioquia	66
Figura 35. Colegio Rochester en Cundinamarca	67
Figura 36. Precipitación media mensual de la estación Torca (mm)	76
Figura 37. Precipitación media mensual de la estación La Picota (mm)	78
Figura 38. Precipitación media mensual de la estación Doña Juana (mm)	80
Figura 39. Precipitación media mensual de la estación El Bosque (mm)	82



	pág.
Figura 40. Precipitación media mensual de la cuenca del Rio Tunjuelo (mm)	83
Figura 41. Plano de diseño por gravedad para dos o más niveles	89
Figura 42. Plano de diseño por gravedad para viviendas de un piso	90
Figura 43. Elementos del sistema por gravedad para viviendas de un piso	91
Figura 44. Elementos del sistema de largo plazo	93
Figura 45. Beneficios de la recolección y reutilización de agua lluvia	95

## GLOSARIO

**AGUAS LLUVIAS:** aguas provenientes de la precipitación pluvial.

**AGUAS RESIDUALES:** desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

**ALCANTARILLADO:** conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS COMBINADAS:** sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS:** sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas lluvias.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES:** sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

**CANAL:** una construcción que puede ser natural o artificial destinada al transporte de todo tipo de fluidos.

**COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:** relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

**CONSUMO:** volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

**CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE:** la construcción sostenible se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad. Los proyectos sostenibles tienen como objetivo común la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus ocupantes.

Algunos elementos clave para lograr edificaciones sostenibles: gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones, como de los materiales y componentes utilizados. Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano. Uso eficiente y racional de la energía. Conservación, ahorro y reutilización del agua. Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones. Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia. Mayor

eficiencia en las técnicas de construcción. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios. Cambio de hábitos de personas y comunidades en el uso de las edificaciones para reducir su impacto en la fase operacional e incrementar su vida útil.

**ESCORRENTÍA:** volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

**LEED**<sup>1</sup>: según el Consejo de Construcción Verde España, Leed es un sistema internacionalmente reconocido de certificación de edificios sostenibles, proporcionando verificación por tercera parte de que un edificio o una comunidad, fue diseñada y construida a través de estrategias encaminadas a mejorar la eficiencia en todos los indicadores influyentes con el medio ambiente: el ahorro de energía, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la mejora interior la calidad ambiental, la gestión de recursos y la sensibilidad a sus efectos.

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible define Leed como el sello desarrollado por el Consejo Estadounidense de Construcción Sostenible que se enfoca en el desempeño del edificio abarcando lo correspondiente con el medio ambiente, el cual tiene versiones que incluyen y pueden certificar todo tipo de edificios.

**PRECIPITACIÓN:** cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

**RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**<sup>2</sup>: la red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa el agua potable.

**TANQUES DE AGUA:** son elementos fundamentales en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable.

**TUBO O TUBERÍA:** conducto prefabricado o construido en sitio, de concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya

---

<sup>1</sup> SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL y CONSEJO CONSTRUCCIÓN VERDE ESPAÑA. [En Línea]. Sistemas de Clasificación Disponible en Internet: <URL: <http://www.spaingbc.org/sistemas-clasificacion.php>>. [Citado: 15 de enero de 2014].

<sup>2</sup> LAÍN, Santiago, [et al]. Determinación del Tiempo de Mezcla en un Tanque de Almacenamiento para agua Potable Mediante Dinámico de Fluidos Computacional –CFD. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242011000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242011000200006&lng=es&nrm=iso)>. [Citado: 15 de enero de 2014].

tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes, y que por lo general es de sección circular.

**VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**<sup>3</sup>: concepto de vivienda de interés social según ART. 44. — Modificado. L388/97. Art. 91: "Se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos. En cada Plan Nacional de Desarrollo el Gobierno Nacional establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda.

En todo caso, los recursos en dinero o en especie que destinen el Gobierno Nacional, en desarrollo de obligaciones legales, para promover la vivienda de interés social se dirigirá prioritariamente a atender la población más pobre del país, de acuerdo con los indicadores de necesidades básicas, insatisfechas y los resultados de los estudios de ingresos y gastos.

---

<sup>3</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 388 de 1997. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339#FichaDocumento>>. [Citado: 15 de enero de 2014].

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso limitado que debe recogerse y distribuirse cada vez más cuidadosamente, por esto se hace necesario la utilización de elementos y estructuras de aprovechamiento hídrico que permitan recolectar, almacenar y reutilizar el agua para posterior uso. En la captación del agua lluvia es interceptada, colectada y almacenada en los períodos húmedos para uso doméstico, como descarga de sanitarios, lavado de pisos, lavado de prendas de vestir, lavado de utensilios de cocina, riego de jardines, o hasta para la generación de energía eléctrica.

Actualmente en la ciudad de Bogotá, en el Barrio Yomasa, se está efectuando un proyecto ambiental apoyado en los fundamentos de certificaciones LEED. Por ser un barrio de uso residencial y de escasos recursos resulta ser adecuado para plantear la implementación de tecnologías para un manejo oportuno de los recursos naturales.

El siguiente documento presenta una investigación para el beneficio de la población del Barrio Yomasa que propone un diseño para la recolección y reutilización de agua lluvia y ahorro con respecto a los costos del sistema de agua del acueducto de la ciudad, en viviendas de escasos recursos.

Se presentan tres capítulos que describen los objetivos a cumplir, donde primero se realiza un diagnóstico de la zona de estudio, a través de una visita de campo y reuniones con los líderes de la comunidad, para tener un conocimiento global de las viviendas y del manejo que se tiene en el barrio, por parte de los habitantes de los recursos hídricos.

En el segundo capítulo se presenta el estado del arte, para la reutilización o cosecha de aguas lluvias, donde a través de diferentes consultas bibliográficas, se obtendrá la información suficiente que permita conocer, y entender el funcionamiento, el diseño y las aplicaciones que en el mundo se han realizado sobre la recolección de las aguas lluvias.

Finalmente, en el capítulo tres y después realizar las consultas y estudios necesarios se define el tipo de tecnología que se propone implementar, para por último presentar el diseño de los sistemas para la reutilización del agua lluvia.

## 1. ANTECEDENTES

Colombia se destaca por tener gran riqueza hídrica. Su ubicación geográfica le permite tener precipitaciones anuales de más de 3.000 milímetros cuando el promedio mundial es de 900 milímetros. Sin embargo el 89% de los municipios y más de la mitad de la población total del país afronta problemas para abastecerse de agua<sup>4</sup>.

Como desarrollo del programa social de la Universidad Católica de Colombia, donde se desea generar proyectos encaminados al acercamiento comunitario en localidades o barrios que necesiten de este apoyo, y dando continuación a los proyectos de investigación desarrollados en el Barrio Yomasa, en 2013, *“Bases para la conformación de un modelo de aproximación interdisciplinar a la comunidad asentada en la cuenca Bolonia y Yomasa, orientado a la definición de estrategias de desarrollo sostenible: Una mirada inter y transdisciplinar que aporta a la gobernanza del agua, como alternativa de fortalecimiento al proyecto institucional”* y *“Certificación LEED en Viviendas de Interés Social: Aplicada al Barrio Yomasa – Bogotá”* desarrollados en esta comunidad, se realizará una investigación que permita a través de la implementación de las tecnologías apoyadas en los conceptos LEED, recolectar agua lluvia y reutilizarla para minimizar el impacto ambiental, generar la disminución de gastos derivados de los servicios públicos, y fomentar el uso adecuado de los recursos naturales.

---

<sup>4</sup> OSUNA VARGAS, Marco Andrés. Revistas del Agua. PVC Genfor S.A. Avanzando hacia el desarrollo sostenible reutilización del agua lluvia. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.gerfor.com/index.php/gerfor-menu/revistas-del-agua/revista-del-agua-1/item/130-avanzando-hacia-el-desarrollo-sostenible-reutilizacion-del-agua-lluvia>>. [Citado: 02 de Mayo de 2014].

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema para la reutilización del agua lluvia en viviendas de interés social y bajos recursos - Caso de estudio Yomasa.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del manejo de los recursos hídricos de las viviendas existentes en el Barrio Yomasa.
- Construir un estado del arte sobre construcciones LEED y la implementación de un sistema de reutilización de agua.
- Diseñar un sistema para la reutilización del agua lluvia.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Bogotá, el aumento de la población hace que los recursos hídricos se deterioren y agoten a gran velocidad, El agua y los ecosistemas son vitales para la calidad de vida de toda la comunidad, pero son recursos limitados, esto genera insatisfacción al crecer la escasez y aumentar los precios al momento de adquirir dicho servicio.

Los habitantes del Barrio Yomasa en la localidad de Usme son los más afectados ya que carecen de recursos económicos y poca información acerca de cómo preservar los recursos naturales.

En los últimos años se ha evidenciado un alza en los servicios públicos, en muchos casos esta alza supera el incremento anual del salario mínimo dificultando así el pago de los mismos por parte de las personas de escasos recursos. Este dinero bien podría ser empleado en la adquisición de alimentos o en el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, adicional a esto, los recursos naturales se están viendo gravemente afectado y su tratamiento es cada vez más laborioso y menos eficaz.

La localidad de Usme es rica en fuentes hídricas pero sus habitantes carecen de conocimientos y no dan importancia a la preservación del medioambiente. Piensan que esta labor debe ser ejecutada por el estado cuando los ciudadanos son el inicio de la cadena de sucesos.

¿La Recolección y Reutilización de Aguas Lluvias en Viviendas de Interés Social y Bajos Recursos en el Barrio Yomasa en la Ciudad de Bogotá es viable teniendo en cuenta su economía y bienestar para sus habitantes?



#### **4. DIAGNÓSTICO DEL BARRIO YOMASA Y LA VIVIENDAS UBICADAS EN LA LOCALIDAD DE USME EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

En desarrollo del presente capítulo, se exponen los datos de una consulta bibliográfica, acerca de la descripción, localización, geografía, hidrografía, estado de viviendas, servicios públicos y entorno social de la comunidad de Usme y en específico del barrio Yomasa, así como la descripción y análisis de la visita que se realizó en la zona de estudio, donde se pudo compartir y adquirir información suministrada por los líderes de la comunidad del barrio, que permite realizar un análisis y acercamiento sobre el estado de las viviendas y del manejo que se le da a los recursos hídricos en el barrio Yomasa.

La presente información, permite a través de varios estudios que han realizado diferentes entidades públicas como: la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Alcaldía Local de Usme, el Hospital de Usme, la Secretaria del Hábitat, la Secretaria de Planeación de Bogotá, entre otros, conocer un poco sobre la localidad de Usme, y el Barrio Yomasa, que es el sitio de enfoque del proyecto, y que deja ver, entender y evidenciar documentalmente, la situación que se conoció en la visita que se realizó al Barrio Yomasa, con el fin de obtener las variables tanto físicas, ambientales, sociales, económicas, de las viviendas, el entorno y los habitantes, para más adelante, proponer los diseños que mejor se ajusten a las viviendas y a la situación económica de los habitantes del Barrio Yomasa.

##### **4.1 CARACTERIZACIÓN UPZ YOMASA EN LA LOCALIDAD DE USME**

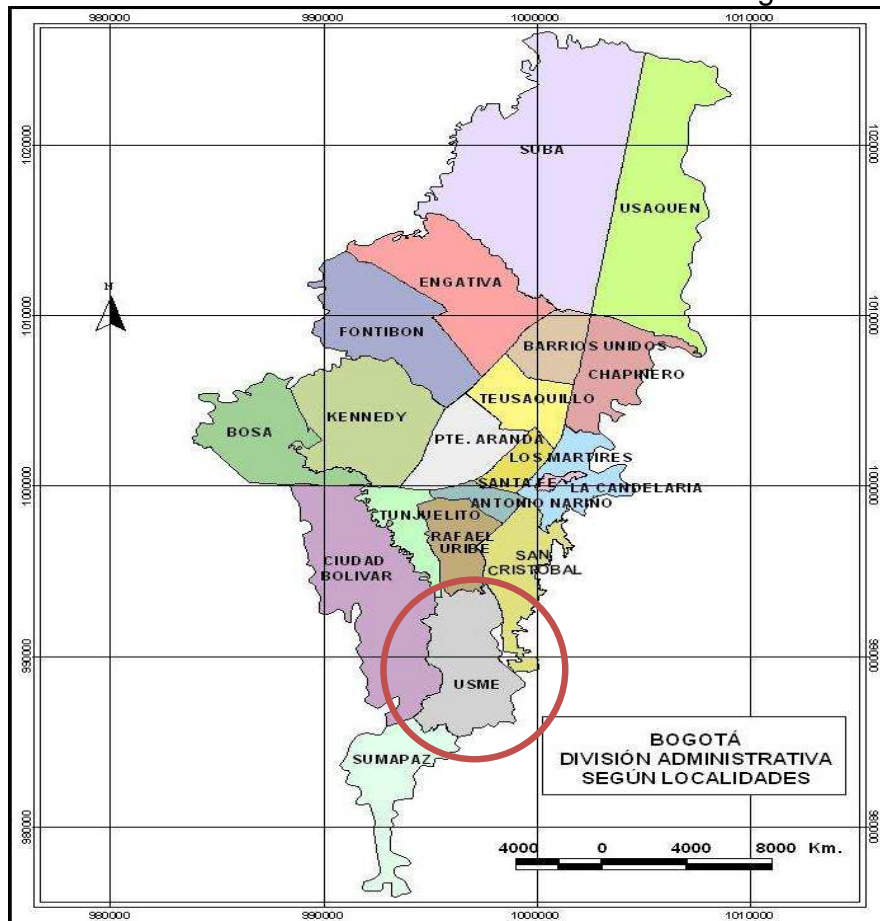
**4.1.1 Descripción general.** La localidad de Usme, se encuentra ubicada en el costado Suroriental de la Ciudad y forma parte de la cuenca media y alta del Río Tunjuelito, en alturas que van desde 2.600 metros hasta 3.800 metros. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, Usme está dividida en siete Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ. Estas son: La Flora UPZ (52), Danubio UPZ (56), Comuneros UPZ (58), Alfonso López UPZ (59), Gran Yomasa UPZ (57), Ciudad Usme UPZ (61) y el Parque Entre Nubes UPZ (60)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> HOSPITAL DE USME. Informe de Unidad de Análisis: Etapa de ciclo vital adolescencia y Juventud, direccionamiento de acciones para la construcción del pic marzo 09 de 2012. Vigilancia en salud pública – ASIS – Análisis de la Situación en Salud. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.eseusme.gov.co/phocadownload/UnidadesDeAnalisis/Marzo2012/Marzo%20-%20ECV%20Adolescencia%20y%20Juventud.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014]

La localidad de Usme se divide en 279 barrios, organizados en 7 UPZ y tiene una extensión de 21.506,10 hectáreas (ha) de las cuales la mayor parte corresponde a suelo rural 18.476,85 (ha), mientras que el suelo urbano abarca 3.029,26 (ha), lo que la hace la segunda localidad con mayor extensión del Distrito<sup>6</sup>.

Figura 1. División administrativa localidades de la ciudad de Bogotá.



Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76)>. [Citado: 22 de Abril de 2014]

En la figura 1, división administrativa localidades de la ciudad de Bogotá se observa la ubicación de la localidad de USME con respecto a la división administrativa de localidades de la ciudad de Bogotá. La localidad de Usme se

<sup>6</sup> SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76)>. [Citado: 22 de Abril de 2014]

ubica al sur de la ciudad, limita al occidente con la localidad Ciudad Bolívar, al sur con la localidad de Sumapaz, al norte con las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal.

**4.1.2 Localización de la UPZ 57. Gran Yomasa.** La UPZ Gran Yomasa, ubicada en el costado oriental de la localidad, es la UPZ residencial más extensa de Usme, tiene una extensión de 530.24 hectáreas de su área total, de las cuales el 11.2% corresponde a zonas sin desarrollar en suelo urbano. Limita al norte con el río Tunjuelo y la Avenida Caracas; al oriente, con el Parque Entre Nubes; al sur con las quebradas El Muerto y Yomasa y con la autopista al Llano; y al occidente, con la autopista al Llano y con el río Tunjuelo.

La UPZ Gran Yomasa concentra la mayor cantidad de habitantes (132.346), con el 37,9% de la población de la localidad, la mayor cantidad de área urbanizada con 469,61 hectáreas, una densidad de 249 habitantes por hectárea y compuesta por 84 barrios<sup>7</sup>.

De acuerdo a las proyecciones poblacionales de la Secretaria Distrital del Hábitat, para el 2014 se estima que la población total de la UPZ Gran Yomasa está cercana a los 157.588 habitantes, de los cuales 80.076 son mujeres y 77.512 son hombres, representando un 50.81% y un 49.19% respectivamente.<sup>8</sup>

**4.1.3 Aspectos geográficos y urbano-regionales.** Además de la localización y el conocimiento de la zona donde se ubicara el proyecto en estudio, se considera importante conocer sobre los aspectos geográficos y urbanos de la zona, ya que reflejan las características del suelo, el ambiente y la existencia de zonas hidrográficas que básicamente son la fuente necesaria para el desarrollo del proyecto, ya que principalmente se requiere de las fuentes de agua y el clima, para proponer el diseño de recolección de aguas.

La mayor parte del territorio donde se ubica el proyecto es montañoso y sus pisos térmicos varían de frío a páramo en la parte alta de los cerros surorientales; al sureste, en el sector comprendido entre Usme y Soacha, las temperaturas oscilan entre los 7°C y 14°C; el promedio en la zona rural es de 8°C y en la zona urbana

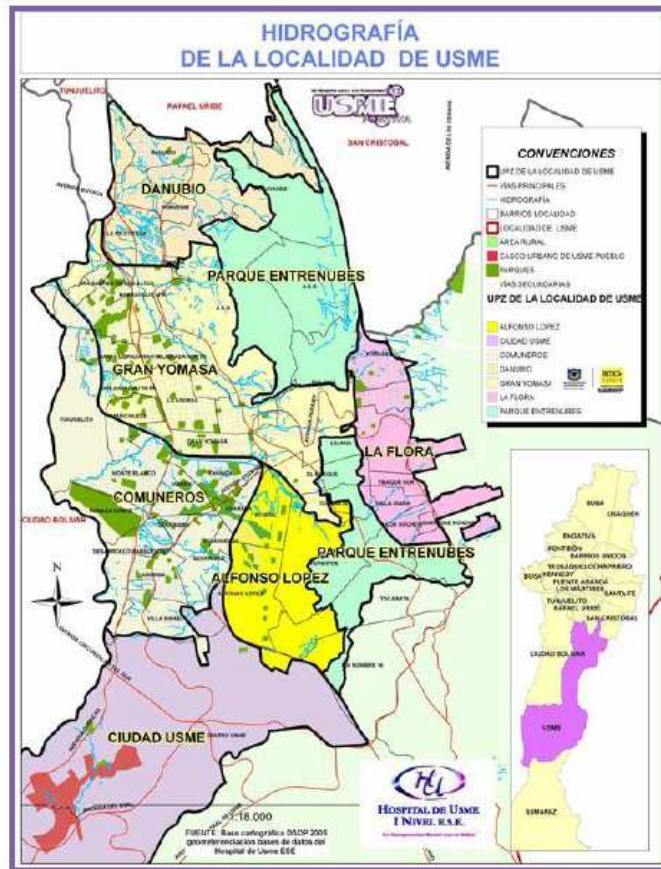
---

<sup>7</sup> HOSPITAL DE USME, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Local de Salud con participación Social 2009 – 2010. Localidad de Usme. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/DX%20USME.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

<sup>8</sup> SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT (SDHT). Subdirección de Información Sectorial. Alcaldía Mayor de Bogotá. Proyecciones de población 2005 – 2015, según edades simples y por sexo. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=598&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=598&Itemid=76)>. [Citado: 04 de Mayo de 2014].

es de 13°C. La localidad de Usme se encuentra dentro de la cuenca alta del río Tunjuelito y las subcuencas de los ríos Curubital, Chisaca, Lechoso y Mugroso<sup>9</sup>. El principal río de la parte urbana de la localidad Usme es el Tunjuelito y las principales quebradas son: Chiguazita, La Taza, Fucha – Santa Helena, El Carraco, Agua Dulce, La Requilina, El Amoladero, El Piojo, Chuniza, Yomasa, Bolonia, Resaca, Los Cerritos, Curí o Santa Isabel, Santa Librada, El Ramo, Seca, La Chiguaza, Verejones, Morales, de Melo y Zuque<sup>10</sup>.

Figura 2. Hidrografía localidad de Usme.



Fuente: SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76)>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

<sup>9</sup> SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Conociendo la Localidad de Usme. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos Año 2009 [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/Publicaciones%20SDP/PublicacionesSDP/05usme.pdf>>. [Citado: 04 de marzo de 2014].

<sup>10</sup> Ibid.

En la figura 2, hidrografía localidad de Usme, se puede apreciar las fuentes hídricas que rodean la localidad y parques o reservas naturales de las áreas aledañas que son fuente importante que ayudan a mantener estables los recursos naturales hídricos de la zona.

En la parte rural los cuerpos de agua son: los ríos Aguacilito, del Aguacil, Los Balcones, Mugroso, La Esmeralda, Calavera, La Mistela, Puente Piedra, Tunjuelito, Curibital y Chisacá; las quebradas La Chiguaza, de Olarte, de Guanga, de Suate, La Aguadita, La Regadera, Piedragorda, Cacique, Los Salitres, La Regadera del Curubital, Seca, Blanca, Bocagrande, Jamaica, Curibital, Los Alisos, La Lajita, La Mistela, Piedragrande, La Leona, Hoyaonda, Caliche Negra, del Oso, Los Tablones y Lechoso; las represas de la Regadera y de Chisacá; y finalmente las lagunas del Bocagrande, El Alar, y Laguna Larga.<sup>11</sup>

Las fuentes hídricas que atraviesan la localidad de Usme, son las quebradas Fiscala, Palestina, Santa Librada y Bolonia. La quebrada Santa Librada, afronta problemáticas de invasión de ronda y contaminación por residuos sólidos y aguas residuales, siendo estos últimos, factores determinantes para que la quebrada sea considerada foco de proliferación vectorial, y objeto del mayor número de áreas fumigadas en la totalidad de la localidad<sup>12</sup>.

**4.1.4 Ecosistema de páramo.** En la zona de estudio, se encuentran varias zonas de páramo, que básicamente son áreas de reserva natural de agua, en las cuales, las condiciones físicas, biológicas, geográficas y climatológicas se conjugan para crear paisajes inhóspitos, de bajas temperaturas y gran riqueza hídrica. Los páramos El Salitre y sub paramo Olarte, ubicados en la localidad de Usme, son parte del páramo de Sumapaz, considerado el páramo más grande del mundo, el cual tiene 154 mil hectáreas de extensión. Sus picos se elevan por encima de 4.300 metros sobre el nivel del mar. De esta reserva hídrica nacen los ríos que surten a miles de habitantes en los departamentos de Cundinamarca, Huila, Meta y Bogotá<sup>13</sup>.

El páramo es fuente importante de recursos hídricos que proporcionan las condiciones ideales para el estudio de tecnologías ecológicas en preservación de recursos, que permite que la aplicación de proyectos de aprovechamiento, recolección y reutilización de agua, sea viable y genere excelentes resultados, ya que los páramos son considerados fábricas de agua, beneficiando así no solo a la

---

<sup>11</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE ORINOQUIA. Cultivando nuestra localidad. Aspectos generales, localización y extensión. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://ausmeunal.appspot.com/localizacion/>> [Citado: 20 Abril de 2014].

<sup>12</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Local con Participación Social 2009-2010. Localidad de Usme. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Diagnosticos%20Locales/05-USME.pdf>>. [Citado: 20 Abril de 2014].

<sup>13</sup> *Ibid.*

comunidad que habita en el sector del Barrio Yomasa, sino además a la naturaleza, porque con la ejecución de proyectos de reutilización de agua, se ayuda a la preservación del medio ambiente.

**4.1.5 Río Tunjuelo.** La Cuenca del río Tunjuelo es muy importante para los habitantes del Distrito Capital, en especial para los habitantes de la localidad de Usme por su posición geoestratégica en la región, su extensión y sus valores paisajísticos y ambientales. También, por el abastecimiento de agua para el territorio sur de Bogotá, la extracción de materiales de construcción, la oferta formal e informal de suelo para vivienda, básico y fundamental para el funcionamiento de la ciudad.

La Cuenca se ubica al sur del Distrito Capital y forma parte del sistema hidrográfico del río Bogotá. Nace en la laguna de los Tunjos o Chisacá y desemboca en el río Bogotá, para una longitud de 53 km., un descenso de 1.340 m (entre las cotas 3.850 y 2.510) y un área afluente de 36.280 hectáreas<sup>14</sup>.

Figura 3. Río Tunjuelo



Fuente: ACUEDUCTO, AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. Río Tunjuelo. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN\\_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE\\_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew)>. [Citado: 20 Abril de 2014].

La figura 3, río Tunjuelo, corresponde a un sector del Río, que permite ver el cauce y el paisaje que lo rodea, este río hace parte de una zona de preservación y protección ambiental, nace en la cuenca alta y su afluente alimenta a la represa de Chisacá.

<sup>14</sup> ACUEDUCTO, AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. Río Tunjuelo. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN\\_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE\\_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew)>. [Citado: 20 Abril de 2014].

Así como el páramo, la cuenca del río Tunjuelo, son sumamente importantes para la generación y regulación del agua y del clima, el paisaje y sus especies de plantas ofrecen una gran oportunidad para la práctica de actividades de conservación del medio ambiente, y producción del recurso más importante para el desarrollo del proyecto de estudio, permitiendo que la población del barrio Yomasa, pueda beneficiarse tanto económica como ambientalmente.

**4.1.6 Relleno sanitario Doña Juana.** En la ciudad de Bogotá, el único método utilizado para la disposición final de los residuos sólidos es el relleno sanitario, el cual es un espacio destinado para la disposición y la degradación de los residuos; proceso en el que se generan varios tipos de emisiones contaminantes, como lo son las emisiones gaseosas (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, entre otros) y las emisiones líquidas, (líxiviados generados por la descomposición de la materia orgánica).

Debido a la generación de dichos contaminantes, este tipo de espacios deben estar ubicados en zonas alejadas del espacio habitacional de las ciudades; sin embargo, en Bogotá, el crecimiento desmesurado y sin planeación de la ciudad, ha generado asentamientos humanos cerca al perímetro destinado para la ubicación del relleno sanitario, ocasionando varios problemas a nivel de salud y medio ambiente en la Comunidad aledaña al relleno<sup>15</sup>.

Este tipo de problemáticas, son las fuentes para que proyectos que incluyen el aprovechamiento de los recursos naturales, el cuidado y preservación del medio ambiente y la generación de calidad de vida, se estudien, se revisen y se pongan en funcionamiento, a veces no es simplemente buscar la economía, el ahorro de dinero o la disminución de gastos, es también ir más allá, Usme es una población rica en ecosistemas, rodeada de impensables paisajes, fuentes hídricas y especies vegetales que en muchas partes del mundo son deseadas, pero no se cuenta con la conciencia o la cultura suficiente para conservarla, es por esto que se desea realizar el proyecto con el uso de tecnologías de aprovechamiento y recolección de recursos, para generar en las comunidades, otras formas de uso, conservación y aprovechamiento de los mismos, tal vez la recolección y reciclaje de las basuras no es el tema o el objetivo principal del presente proyecto, pero si se puede aportar a la comunidad e incentivarla para que en sus hogares se recicle y se dé un tratamiento de residuos orgánicos y el cultivo de algunas plantas, a partir de las cuales se puedan evitar la contaminación de los ecosistemas.

**4.1.7 Aspectos sociales y comerciales.** El sector comercial de la localidad de Usme representa una de las formas de desarrollo económico de la comunidad del sector; sin embargo, se ha convertido en un determinante de deterioro ambiental y de calidad de vida, debido a que establecimientos como tiendas, almacenes pequeños, vendedores ambulantes, plazas de mercado, restaurantes, cafeterías,

---

<sup>15</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Local con Participación Social 2009-2010. Localidad de Usme. [En Línea]. Op. Cit.

entre otros, se constituyen como un factor de presión significativo sobre el entorno, a través de la generación y manejo inadecuado de residuos sólidos, contaminación visual por exceso de avisos y pancartas y contaminación por ruido, por el uso de altoparlantes.

En el caso de los microterritorios Santa Martha y Barranquillita, ubicados alrededor de la ronda de la quebrada Santa Librada, en su mayoría presentan deficiencias con respecto a la condición de las estructuras de las viviendas, ubicadas en zonas de riesgo; además del hacinamiento y el uso incorrecto de combustibles.

En el microterritorio El Bosque, ubicado en el sector oriental de la UPZ en límites con el parque Entrenubes, las condiciones que representan riesgo para la población se relacionan con condiciones físicas como materiales de construcción, disposición de baño y cocina o instalaciones eléctricas<sup>16</sup>.

Esta problemática, se pudo evidenciar en el desarrollo de la visita que se realizó al barrio Yomasa en desarrollo de los objetivos del presente proyecto, y en donde se observó una gran cantidad de residuos y basuras en las calles, además de la contaminación de las quebradas y el uso inadecuado de los recursos. Sin embargo algunos sectores de la comunidad, como los niños del barrio, los fines de semana realizan campañas de limpieza y eliminación organizada de las basuras.

**4.1.8 Viviendas.** Así como el estudio y el conocimiento del clima, la hidrografía, y la hidrología de la zona de estudio, las viviendas y su estado son indispensables para poder ejecutar el proyecto, es por esto que se realiza la consulta sobre la cantidad de personas que ocupan cada vivienda, cuales son los tipos de vivienda, la cantidad de familias que cuentan con vivienda propia, la estructura, los materiales de construcción utilizados entre otros factores, que fueron obtenidos de acuerdo al estudio e informe más reciente, realizado en la encuesta multipropósito en 2011, y que para el propósito del proyecto es la información más reciente de la que se pueden obtener los datos y resultados.

Según los resultados de la primera encuesta multipropósito de Bogotá de 2011, el 52,8% de los hogares que conforman a Bogotá tiene vivienda propia (1.154.082); de ellos 881.358 la han pagado en su totalidad (40,3%) y 272.724 (12,5%) la están pagando; los hogares que viven en arriendo o subarriendo representan al 41,4%; las otras formas de disfrute de la vivienda como son el usufructo, la posesión sin título, la ocupación de hecho se dan en tan solo un 5,8% de los hogares.

Para el año 2011 la localidad de Usme ocupa el tercer lugar en el índice de hacinamiento crítico o que habitan cuatro o más personas por cuarto (5%), precedido por San Cristóbal (5,2%). y Ciudad Bolívar (5,8%). En cuanto a este

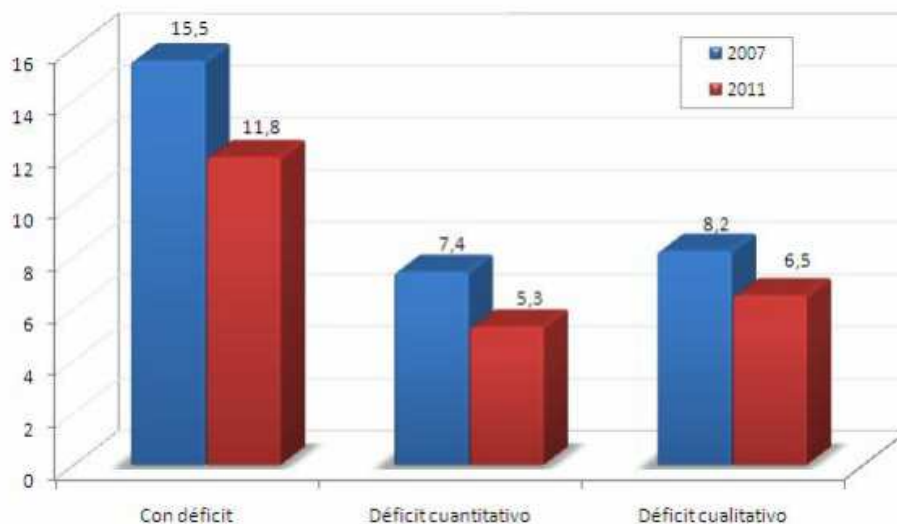
---

<sup>16</sup> Ibid.



indicador para el distrito se observó una disminución del año 2007 (4,1%). con respecto al año 2011 (2,5%)<sup>17</sup>

Figura 4. Hogares con déficit de vivienda Años 2007 - 2011



Fuente: SECRETARIA DE PLANEACIÓN, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Boletín No. 32. Principales resultados de la primera encuesta multipropósito para Bogotá 2011. Bogotá, ciudad de Estadísticas. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:

<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE115-CartillaEncuesMultipropos-2011.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

En la figura 4, Hogares con déficit de vivienda años 2007 – 2011, se ilustra el indicador de hogares con deficiencia comparada con los datos obtenidos de las encuestas realizadas en los años 2007 y 2011 donde se refleja una disminución tanto en el déficit total como en el cualitativo y cuantitativo. El déficit cualitativo pasó de 8,2% en 2007 a 6,5% en 2011; el déficit cuantitativo disminuyó en 2,1 puntos al pasar de 7,4% a 5,3% entre 2007 y 2011, lo que se vio reflejado en el déficit total que en 2007 era de 15,5% y bajó en 2011 a 11,8%.

De acuerdo con los datos de la Encuesta Multipropósito para Bogotá, para 2011 en la localidad de Usme hay 99.215 viviendas y 102.380 hogares, lo que

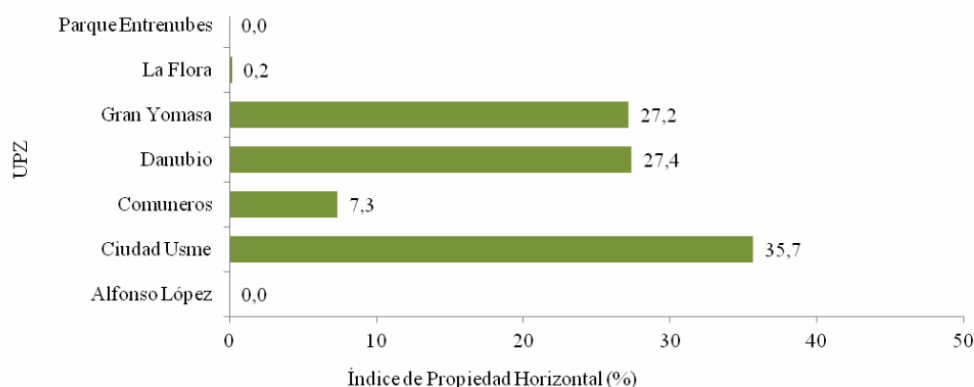
<sup>17</sup> SECRETARIA DE PLANEACIÓN, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Boletín No. 32. Principales resultados de la primera encuesta multipropósito para Bogotá 2011. Bogotá, ciudad de Estadísticas. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE115-CartillaEncuesMultipropos-2011.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

representa el 4,68% de los hogares de Bogotá y el 4,73% de las viviendas. El tamaño promedio del hogar en la localidad es de 3,74 personas, mayor al de la ciudad, que en promedio es de 3,4 personas por hogar.

De las 99.215 viviendas, el 50,9% son apartamentos y el 42% casas. El restante 6% se dividen en cuartos en inquilinato, cuartos en otro tipo de estructura y otro tipo de viviendas. La participación de casas dentro del total de viviendas es mayor al del promedio del distrito (36,3%), lo que explicaría el bajo Índice de Propiedad Horizontal (IPH) de la localidad. El IPH hace alusión a la cantidad de predios que hacen parte de esquemas de propiedad horizontal respecto al total de predios de una zona determinada.

Un IPH cercano a 100 implica que la mayoría de los predios se encuentran agrupados en figuras de propiedad horizontal, mientras que un valor cercano a cero correspondería a una baja presencia. El promedio de IPH de Usme es de 14, teniendo el mayor valor la UPZ Ciudad Usme, seguida de Danubio y Gran Yomasa. Alfonso López y La Flora presentan un IPH de cero, al igual que Parque Entrenubes, en cuyo caso se explica por su uso predominantemente dotacional.

Figura 5. Índice de propiedad horizontal por UPZ



Fuente: SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76). [Citado: 22 de Abril de 2014]

En la figura 55. Índice de propiedad horizontal por **UPZ**, se presentan los datos en porcentaje de las UPZ que integran la localidad de Usme, y cuyos valores por UPZ, al momento de realizar el cálculo del promedio, con cada uno de los resultados de las siete UPZ de la localidad de Usme que se indican en la gráfica, arroja el Índice de Propiedad Horizontal, que corresponde al 14%, dato que representa una tendencia próxima a cero, y demuestra un bajo índice.

Las variables que componen el déficit cuantitativo son estructura, cohabitación y hacinamiento crítico. La estructura se refiere a las viviendas construidas con “materiales transitorios o precarios, que no permiten la estabilidad de la vivienda ni cumple con el objeto de brindar protección y abrigo a sus moradores”; la cohabitación es la convivencia de más de un hogar por vivienda, cuando el hogar secundario lo componen tres o más personas y el hacinamiento crítico o no mitigable es cuando habitan 4 o más personas por cuarto.

Respecto al déficit cualitativo, los componentes son el hacinamiento mitigable, la estructura y la carencia de uno o más servicios públicos. El hacinamiento mitigable es cuando habitan 3 o más personas por cuarto, la estructura se relaciona fundamentalmente con el material de los pisos de la vivienda, esto es, si los pisos son de tierra o arena, y finalmente, si un hogar carece de uno o más de los siguientes servicios públicos: acceso a agua potable, sistema adecuado de eliminación de excretas, energía eléctrica o eliminación de forma inadecuada de las basuras. Para el caso del déficit cualitativo, se tienen en cuenta las combinaciones que puedan presentarse entre los componentes, aclarando que se contabilizan sólo una vez en alguno de los atributos anteriores o en sus combinaciones y en el orden en que se presentan, con el fin de obtener precisión y evitar doble contabilización.

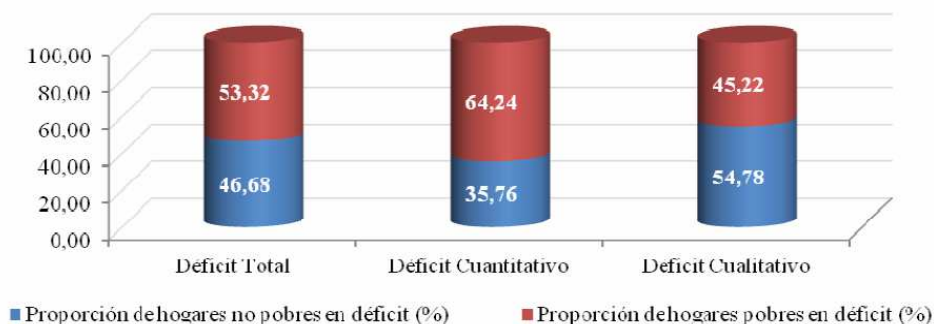
Dentro de los hogares con déficit cuantitativo, en la localidad de Usme, el factor que más influye es el hacinamiento no mitigable (5%), seguido de la estructura (2,5%) y finalmente la cohabitación (1,8%). A pesar de que un importante número de hogares tiene déficit cuantitativo por estructura, el material predominante de las paredes de las viviendas de la localidad es ladrillo, bloque a la vista o revocado, piedra, madera pulida o material prefabricado (97,4%), y solamente el 2,6% tienen materiales que se consideran inadecuados.

En el caso de Usme la mayoría de los hogares que se encuentran en déficit cuantitativo son pobres (64,2% del total de hogares con este tipo de déficit), mientras que su participación en el déficit cualitativo es menor (45,2%). Esto significa que para atender el déficit de vivienda se deben tomar medidas enfocadas a mejorar los elementos que más influyen en el déficit cuantitativo (hacinamiento no mitigable). Sin embargo, la proporción de hogares pobres en déficit en la localidad es muy alta, lo que requiere del diseño de instrumentos y acciones ajustados a las capacidades de financiación de los hogares para el acceso a más viviendas, así como para la producción de nuevas viviendas, en cuanto al déficit cuantitativo, y en el cualitativo, para la realización de mejoras a las viviendas ya existentes.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Op. Cit.

Figura 6. Déficit por condición de pobreza de los hogares de la localidad de Usme



Fuente: SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76)>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

En la figura 6, déficit por condición de pobreza de los hogares de la localidad de Usme, se puede observar la variación que tiene cada una de las proporciones de hogares no pobres en déficit respecto a la proporción de hogares pobres en déficit, lo cual nos muestra distintos porcentajes de como en los tres años de estudio tienen tendencias distintas, lo cual pueden ser por su condición de vida.

**4.1.9 Servicios públicos y entorno.** La localidad de Usme cuenta con cubrimiento casi total de todos los servicios públicos domiciliarios, la cobertura de energía eléctrica, acueducto y aseo es del 100%, mientras que la de alcantarillado sanitario es del 99%. Por su parte, la de alcantarillado pluvial y gas natural es del 93% y 92% respectivamente, la de telefonía fija llega al 81%.

Según el diagnóstico de la localidad de Usme, que la Secretaria del Hábitat realizó en 2011, el gasto promedio de los hogares de la localidad en el pago de servicios públicos es cercano a los \$82.748, menor al del promedio de Bogotá (\$127.427), lo que ubica a Usme como la tercera localidad con menor pago mensual promedio.

Adicional al servicio que presta la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en Usme hay 10 acueductos veredales, que tienen 1.235 suscriptores y atienden a una población de 7.518 personas.

En relación con la situación de aseo se han identificado en la localidad puntos críticos que afectan las condiciones del espacio público, las zonas verdes y las rondas de quebradas y ríos. En estos lugares se depositan de manera irregular escombros, residuos sólidos de diferente tipo y lodos provenientes de sumideros entre otros, y generan problemáticas ambientales y sociales. En Usme, para 2010

se identificaron 179 puntos críticos de aseo, la mayoría de ellos ubicados en las UPZ Gran Yomasa (83), Comuneros (46) y Danubio (33).

En este sentido, considerando el entorno como componente esencial de un hábitat adecuado, vale la pena señalar que, según la Encuesta Multipropósito de Bogotá (EMB) 2011, el 88,8% de los residentes de la localidad perciben que sus viviendas se encuentran en sitios inseguros, el 63,1% en lugares que presentan malos olores, el 58,3% en lugares con contaminación del aire y el 45,4% en sitios de generación y manejo inadecuado de basuras. Otros problemas que se presentan son ruido (32%), invasión de calles y andenes (11,4%) y exceso de anuncios publicitarios (7,1%)<sup>19</sup>.

**4.1.10 Población en situación y condición de desplazamiento en la Localidad.** En la capital se han identificado los principales lugares receptores evidenciando que Usme es la cuarta localidad receptora de población desplazada en el distrito.

La población recibida en el distrito con tiempos diferenciados de acuerdo a las oleadas de violencia en sus territorios de origen deviene, no sólo indefensa sino desconocedora de sus derechos y de los procesos que deben cumplir para que se inicie la anhelada reparación en los niveles mental, físico y social. Los desplazados no sólo cargan con sus hijos y sus escasos enseres auestas, también llevan consigo numerosos traumas mentales y físicos que, en algunos casos son agravados por el desconocimiento de su condición por parte de los funcionarios, profesionales de las ciencias de la salud, de las ciencias sociales y demás ciudadanos.

La mayoría de familias son encabezadas por mujeres que han perdido de diferentes maneras violentas a sus esposos, padres, hermanos, hijos y compañeros, estas se han convertido en las víctimas reales y tangibles del conflicto que permanece en nuestras ciudades y campos llegando a calcularse hasta en 60% la proporción de mujeres frente a los hombres llegados a la ciudad.

Al menos un 68% de la población en condición de desplazamiento son mujeres que a fuerza de situaciones de violencia se han convertido en cabezas de hogar y únicas responsables de niños, niñas, jóvenes, adultos y personas mayores integrantes de sus familias. De esta manera se reconoce que las principales víctimas de los crímenes de lesa humanidad y violaciones a los Derechos Humanos son las mujeres y las y los niños.<sup>20</sup>

La población en situación y en condición de desplazamiento en la localidad de Usme se concentran en lugares que tienen economías semirurales y bajo control

---

<sup>19</sup> *Ibíd.*

<sup>20</sup> *Ibíd.*

sobre la tierra lo que permite la apropiación y adecuación de espacios de vivienda con materiales no sólidos (Zinc, tela, lona, cartón, latas, desechos, plástico) o consecución de lotes a bajo precio con servicios públicos económicos o incluso en estados ilegales de apropiación.

Un factor que debe mencionarse es el incremento de los casos en los cuales las comunidades empobrecidas históricamente que se ven obligadas por factores económicos a migrar a zonas rurales, en busca de una mayor calidad de vida y son desplazados por el conflicto armado poco tiempo después de haberse reubicado en estas zonas, incrementando su vulnerabilidad e inestabilidad dado que además del impacto del desplazamiento cargan con toda una problemática social propia de los sectores urbanos y colonos.

Según datos de la Personería Local entre enero y septiembre de 2009, se recibieron 410 declaraciones de personas llegadas a la localidad en situación de desplazamiento correspondientes a núcleos familiares conformados por 589 adultos y 652 menores de edad. A pesar de ser una cifra alta, este total de 1241 personas llegadas en el 2009 no incluyen a aquellas personas que no declaran por razones como miedo, desconocimiento o incomprensión de la dinámica urbana.<sup>21</sup>

Así como el tema ambiental, el tema social también se pudo evidenciar en la visita al Barrio Yomasa, que se realizó con la compañía de los líderes de la comunidad y los estudiantes de la psicología de la Universidad Católica de Colombia, donde se pudo obtener información, acerca de la población desplazada y su forma de vivir, que básicamente se reduce a pequeños espacios que se construyen sin ningún tipo de normatividad técnica, además de no contar con servicios públicos de ningún tipo y obviamente sin una actividad laboral activa.

#### **4.2 DIAGNÓSTICO DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL Y ESCASOS RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y COSECHA DE AGUAS LLUVIAS**

El día sábado 8 de marzo del 2014 un grupo de estudiantes del programa de Ingeniería Civil, visitaron el barrio Yomasa, en la localidad de USME, con el fin de evaluar los tipos de construcción y estados de las viviendas del barrio Yomasa, con el propósito de conocer la viabilidad de implementar sistemas de recolección o cosecha de aguas lluvias.

Inicialmente una de las líderes comunitarias les dio la bienvenida y les condujo a una de las iglesias de la localidad, para hacer evidente el tipo de viviendas y construcciones de la zona.

---

<sup>21</sup> HOSPITAL DE USME, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Op. Cit.

Figura 7. Iglesia de la comunidad del barrio Yomasa



Fuente: Los autores.

En la figura 7, Iglesia de la comunidad del barrio Yomasa, se ve una estructura débil y de fabricación artesanal compuesta en su mayoría por láminas de madera MDF, triplex, guacales o estivas y tejas de zinc los cuales se soportan a una estructura metálica deficiente.

Siguiendo con el recorrido de la visita, se dirigieron a una de las casas cùrales donde la líder comunitaria y la psicóloga practicante de la Universidad Católica describió en detalle como estaba compuesta la zona, las características de los habitantes y la problemática en general de la comunidad.

Figura 8. Casa común del sector Yomasa.



Fuente: Los autores

En la figura 8, casa común del sector Yomasa, se observa una vivienda construida en zona de alto riesgo por deslizamientos, con una estructura que evidencia la ausencia de estudios y planeamiento al momento de la construcción.

En la reunión con la líder de la comunidad también se habló brevemente sobre los demás proyectos que la universidad desarrolla en la zona, en su mayoría comunitarios y de seguimiento, ya que la Universidad Católica, dentro de sus compromisos disciplinarios ofrece promover una cultura de la responsabilidad y la armonía del hombre con la naturaleza y la integridad del medio ambiente.

Se hizo evidente que la población no está capacitada culturalmente para asumir la responsabilidad de preservar los recursos naturales. Esta falta de conciencia se complementa con el agravante económico del bajo valor de los servicios públicos, ya que según la información recibida por la líder comunitaria, en promedio el recibo de agua potable y alcantarillado cuesta \$ 12.000 pesos m/c., para recibos que se facturan bimestralmente, generando así que los habitantes del barrio no se



preocupen por ahorrar o buscar medios que les permitan recolectar y reutilizar el agua.

De acuerdo con el diagnóstico realizado por la Secretaria del Hábitat, la localidad de Usme cuenta con cubrimiento casi total de todos los servicios públicos domiciliarios, la cobertura de energía eléctrica, acueducto y aseo es del 100%, mientras que la de alcantarillado sanitario es del 99%. Por su parte, la de alcantarillado pluvial y gas natural es del 93 y 92% respectivamente, y finalmente la de telefonía fija llega al 81%.<sup>22</sup>

Otros de los grandes problemas que se encontraron en la visita de campo, son las amplias deficiencias estructurales en algunos de los hogares que son de fabricación con materiales de baja calidad, empleando para los muros de cartón, latas, bahareque, y los pisos son de concreto y en algunos casos tierra pisada o en tabla, los techos dominantes son en Zinc, en teja de barro cocido y en otros casos en asbesto-cemento.

---

<sup>22</sup> SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Op. Cit.

Figura 9. Drenaje artesanal de aguas lluvias.



Fuente: Los autores

Figura 10. Drenaje artesanal de aguas lluvias.



Fuente: Los autores

En la figura 9 y 10. Drenaje artesanal de las aguas lluvias, se encuentran sistemas deficientes de canalización de aguas lluvias o residuales, construidas en su mayoría con materiales defectuosos, de baja calidad o simplemente hechas por los habitantes sin tener en cuenta algún tipo de diseño o especificación técnica que les garantice un mejor funcionamiento.

Los materiales más comunes encontrados en este caso son, mangueras que ha desechado la comunidad, recipientes plásticos, madera, latas, tejas de zinc contorneadas, entre otros.

Las viviendas en su gran mayoría son adecuadas para la implementación de los sistemas de recolección de aguas lluvias, cuentan con estructuras sólidas y canales de recolección dentro del estándar. El mayor impedimento que se presenta en la actualidad, es la resistencia de los habitantes para cambiar sus hábitos y generar conciencia ecológica, ya que según algunos habitantes de la zona, por no tener una cultura de ahorro del recurso hídrico o cuidado del medio ambiente, se llega al consumo innecesario y sumado a esta problemática, los bajos costos en los servicios públicos hacen de la implementación de sistemas de recolección y reutilización de aguas lluvias una tarea casi titánica.

Figura 11. Drenaje actual de aguas lluvias.



Fuente: Los autores

Figura 12. Drenaje actual de aguas lluvias.



Fuente: Los autores.

En la figura 11 y 12, drenaje actual de aguas lluvias, se puede apreciar como los sistemas de recolección de aguas lluvias desembocan directamente a las vías libremente.

Geográficamente, las viviendas se encuentran ubicadas en las laderas del cerro oriental y son consideradas de alto riesgo por la erosión de los terrenos y los constantes desplazamientos de tierra. Para los habitantes es más importante mantener en pie sus viviendas que implementar sistemas de ahorro de energía o preservación de los recursos naturales.

Figura 13. Sector de alto riesgo.



Fuente: Los autores.

Figura 14. Sector de alto riesgo.



Fuente: Los autores

En la figura 13 y 14, sector de alto riesgo, se evidencia el mal estado de las vías, con un alto grado de erosión que conlleva a grandes deslizamientos de tierra y grava. Esta es una de las causas fundamentales en el deterioro de las viviendas.

En varios de los barrios que componen la localidad se encuentran habitantes que son reinsertados de los grupos al margen de la ley y desplazados por la violencia.

Los procesos de urbanización no planificada que se han desarrollado en la localidad de Usme durante los últimos decenios, han generado en la zona urbana, problemáticas como invasión de rondas de quebradas, carencia de servicios públicos, entre ellos alcantarillado, lo que ocasiona contaminación de fuentes hídricas con vertimientos de origen doméstico e industrial, generación de olores ofensivos; carencia de agua potable, dificultades de acceso, construcción de viviendas sin aplicación de normas técnicas, entre otros.<sup>23</sup>

Esta comunidad está acostumbrada a que el gobierno, entes privados y personas con recursos económicos les donen o brinden ayudas comunitarias, este hecho impide fomentar esa conciencia o esa cultura necesaria para generar la necesidad de cuidar los recursos naturales y mucho menos pensar en tecnologías que ayuden el desarrollo propio o el de la comunidad.

A lo largo del recorrido se evidencio el alto nivel de delincuencia e inseguridad. Esto dificultaría los estudios técnicos y pruebas de tecnologías ya que se encuentra vetado el ingreso de personas extrañas a la comunidad. El acompañamiento de la policía es limitado; tanto así que los líderes comunicados se encuentran amenazados por colaborar con el desarrollo de la localidad.

---

<sup>23</sup> HOSPITAL DE USME, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Op.Cit.



## **5. ESTADO DEL ARTE SOBRE SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA**

Dentro de este capítulo, se presenta la base teórica sobre la que se sustenta el proyecto, donde se realiza un repaso de las técnicas relacionadas con la recolección, almacenamiento, y reutilización de aguas lluvias en Colombia y en otros países del mundo. Se inicia con una introducción sobre cómo la humanidad a través de los años en nuestro planeta ha diseñado distintas formas de recolección de agua para abastecer a sus comunidades, desarrollando el suficiente ingenio para recolectar y suministrar a sus civilizaciones el agua y así sacar provecho de este recurso natural, y más adelante se presentaran algunas formas de aprovechamiento del agua y la utilización de sistemas de captación de agua lluvia para su posterior utilización en diferentes países y regiones de América y Europa.

### **5.1 GENERALIDADES**

Desde ya hace siglos, la humanidad ha empleado diversos sistemas de recolección de aguas lluvias o recursos pluviales, esto con el fin de suplir de forma efectiva la carencia de tan preciado recurso. Es así como grandes civilizaciones como los romanos, griegos, egipcios e incas entre otros, han diseñado sistemas de recolección y almacenamiento de agua para su consumo, no es para nada un secreto que sin este tipo de tecnologías muchas culturas no habrían llegado a su apogeo cultural y habrían desaparecido.

El uso de dichas técnicas fue desapareciendo con el tiempo. El desarrollo de nuevas tecnologías y la construcción de grandes sistemas de distribución, almacenamiento y tratamiento de agua hicieron que la humanidad dejara a un lado los sistemas de recolección.<sup>24</sup>

A continuación se presentan algunos ejemplos de canales de la antigüedad, viajando por algunas civilizaciones como la Romana, Egipcia, Inca y Griega.

---

<sup>24</sup> LEOZ GARCÍA, Vanesa. Recolección de aguas lluvias. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE115-CartillaEncuesMultipropos-2011.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

Figura 15. Canales romanos.



Fuente: MICROSOFT. Enciclopedia Encarta 2012.

En la Figura 15. Canales romanos, se aprecia el Acueducto de Segovia, obra civil para conducir agua a la ciudad de Segovia España, construida por los romanos a mediados del siglo I d.C. Se considera una de las muestras más destacadas del arte romano en España.

La Obra está compuesta por 166 arcos de una luz de 4.5m, repartidos en cinco tramos, de los que el segundo y el tercero fueron reconstruidos a finales del siglo XV y en el siglo XIX. El acueducto fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1985.

Figura 16. Canales egipcios.



Fuente: DÍAS DEL FUTURO PASADO. El Sistema de riego aflaj en Oman. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.futuropasado.com/?p=474>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 16. Canales egipcios, se observa el sistema de riego llamado aflaj, que en árabe significa dividir en partes, consiste en una red de canales con un sistema que divide los recursos hídricos entre los usuarios de forma equitativa y permitiendo el máximo ahorro de agua. Tiene su origen conocido en el siglo VI, pero los arqueólogos sugieren que posiblemente se utiliza desde el año 2500 a.C.

El agua se conduce mediante canales desde las fuentes o manantiales hasta las zonas agrícolas, a veces a varios kilómetros de distancia. Algunos discurren por galerías o túneles. Existen entre 3.000 y 4.000 sistemas de riego de esta clase en Omán.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> DÍAS DEL FUTURO PASADO. El Sistema de riego aflaj en Oman. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.futuropasado.com/?p=474>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

Figura 17. Canales Incas.



Fuente: ALTZINTZIN – COMPUTO AZTECA. BLOG. El Secreto de los Andes (3). La Fuente de la Vida. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010\\_06\\_01\\_archive.html](http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010_06_01_archive.html)>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 17. Canales Incas, se observa un canal que hace parte de la ingeniería hidráulica de Perú, TIPON, es una de las fuentes de agua de los Incas, que se destaca por la importancia del manejo del agua que se distribuye a través de un canal para dividirse en varias vertientes.

Los canales se hallan insertos en las paredes de las terrazas, ingenieros Incas utilizaron diferentes pendientes, ancho y profundidad de los canales controlar la velocidad del agua, distribuir su caída y utilizaron la inclinación de los muros para disminuir su erosión sobre la piedra.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> ALTZINTZIN – COMPUTO AZTECA. BLOG. El Secreto de los Andes (3). La Fuente de la Vida. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010\\_06\\_01\\_archive.html](http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010_06_01_archive.html)>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

Figura 18. Canales Griegos



Fuente: PLANTILLA TRAVEL. Imágenes de Plantilla de Ardenst Tecnología Blogger. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://paseandolasmaletas.blogspot.com/2013/02/libia-2009-cirene.html>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 18. Canales Griegos, se observa los canales elaboradas en piedra, que se encargaban de recolectar el agua que caía de las laderas de las montañas, para conducirla hacia el interior de las ciudades.

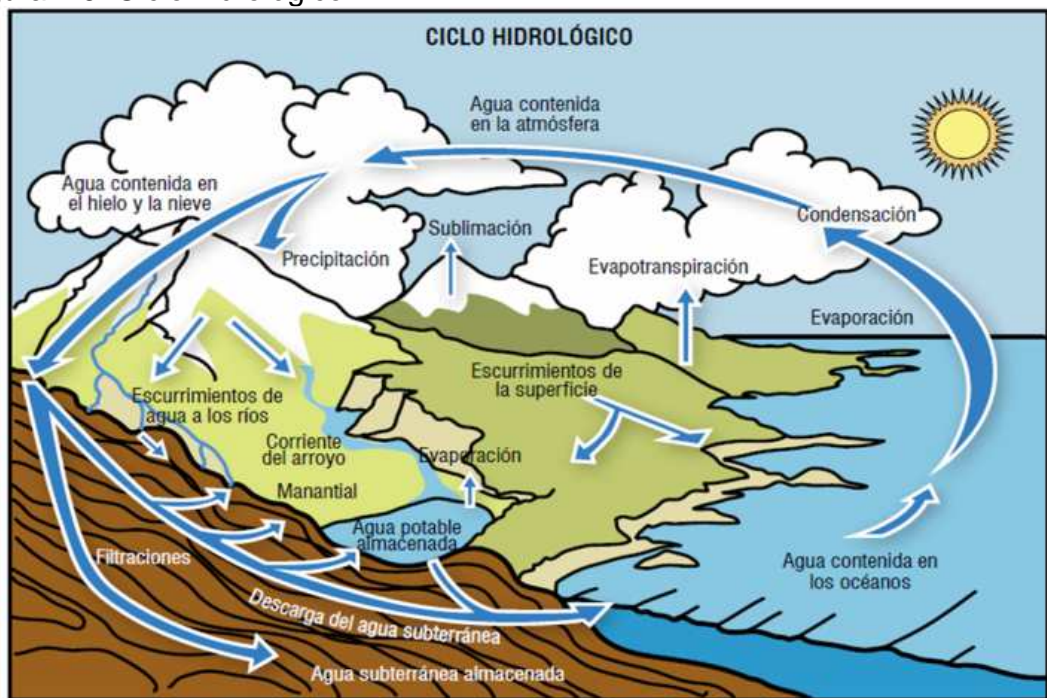
En las diferentes figuras mostradas anteriormente se ve como cada civilización de nuestro planeta a través de los años se las ha ingeniado para inventarse distintos sistemas de recolección de agua, aunque algunos son rústicos para nosotros, son sistemas que funcionaron satisfactoriamente para abastecer y almacenar en tiempos de sequía a sus comunidades.

## 5.2 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Para entender el proceso completo de la recolección de aguas lluvias se debe tener claro el ciclo del agua. La dinámica es determinada por la radiación solar, la gravedad y las capas superiores de la tierra como lo son la atmosfera, litosfera y biosfera.

El proceso inicia cuando el agua cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. Una vez cae en la superficie terrestre puede ser retenida por las plantas o el terreno y conducida de acuerdo a las precipitaciones del terreno. La radiación solar hace que el agua en su estado líquido se evapore y ya en forma de vapor se aloje en las capas superiores, en este punto el vapor se condensa y nuevamente se precipita en forma líquida a la superficie terrestre. Es así que este ciclo permite el continuo uso del recurso natural.

Figura 19. Ciclo hidrológico.



Fuente: SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE COLOMBIA (SIAC). [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=813&conID=1344>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

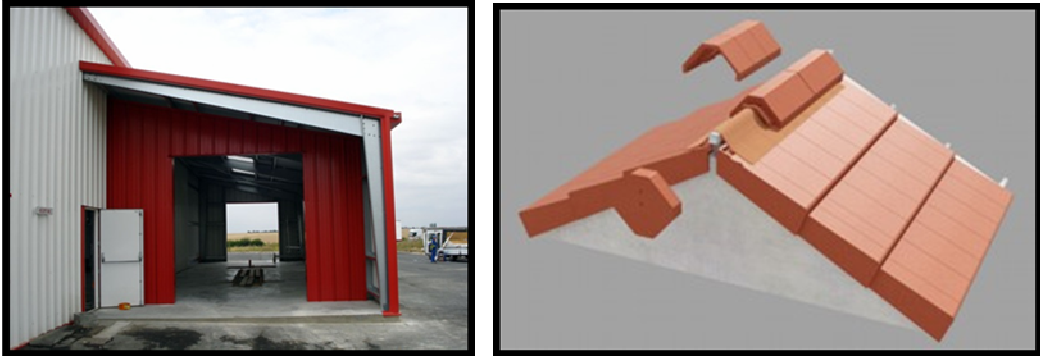
En la Figura 19. Ciclo hidrológico. Se puede observar el ciclo hidrológico del planeta con sus estados como son: la precipitación, el escurrimiento superficial, infiltración, evaporación, transpiración, sublimación, etc.

Actualmente el proceso de recolección de agua lluvias se implementa en áreas rurales pero de un tiempo a la fecha se busca implementar dicha técnica a nivel urbano. Para llevar a cabo dicho proyecto se debe realizar un plano o diseño concreto de cómo se cosecharan las aguas lluvia y donde se ubicaran los contenedores para luego redistribuir el agua por las viviendas. Una vez se defina este paso se procederá a realizar los diseños correspondientes para las viviendas del Barrio Yomasa.

El sistema de captación de agua lluvia se componen de los siguientes elementos:

- Techados de caída sencilla o doble caída o en su defecto placas de concreto a desnivel.

Figura 20. Sistemas de recolección de agua lluvia (Techos).



Fuente: TEJAS COBERT URALITA. Tejas. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.tejascobert.com/productos/tejas>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

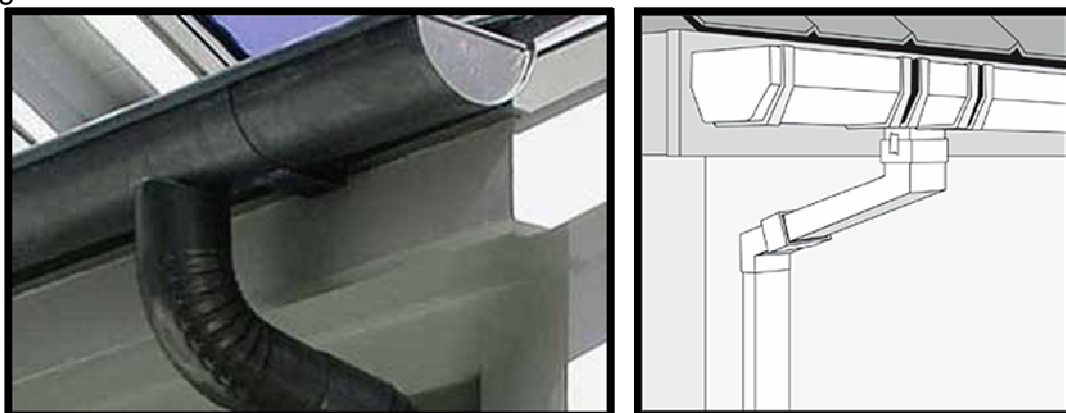
La Figura 20. Sistemas de recolección de agua lluvia (Techos), ilustra algunos ejemplos de techos, la imagen del lado izquierda representa el techo de caída sencilla y la imagen del lado derecho representa el techo de doble caída.

Estos son los sistemas de recolección más usados, los cuales dependen de una cubierta inclinada que hace que se recolecte la cantidad de agua dependiendo el área de la cubierta, estas cubiertas deben tener la superficie y pendientes adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección.

Algunos de los materiales utilizados en la construcción de techos para la captación de agua son placas metálicas onduladas, tejas de arcilla entre otros.

- Canales para redirección del agua.

Figura 21. Canales.



Fuente: SODIMAC COLOMBIA. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.hagaloustedmismo.cl/component/hum/proyecto/30/techos-bajadas-y-canales/202/icomos-escoger-canaletas-y-bajadas-de-agua-lluvia.html>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

La Figura 21. Canales, muestra algunos ejemplos de canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua se acumula antes de caer al suelo.<sup>27</sup>

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Para la fabricación de canaletas se pueden emplear materiales como el metal o PVC.

Las canales son un componente esencial de los sistemas captación de aguas lluvias, porque son las encargadas de conducir el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento.

- Contenedores, alambiques, albercas o similares para el almacenamiento del agua.

---

<sup>27</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA REGIONAL DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guía de Diseño para la Captación del Agua Lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.aguasinfronterass.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].



Figura 22. Tanques de almacenamiento.



Fuente: PLAXBURG. Tanques. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.plaxburg.com/?p=tanques>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

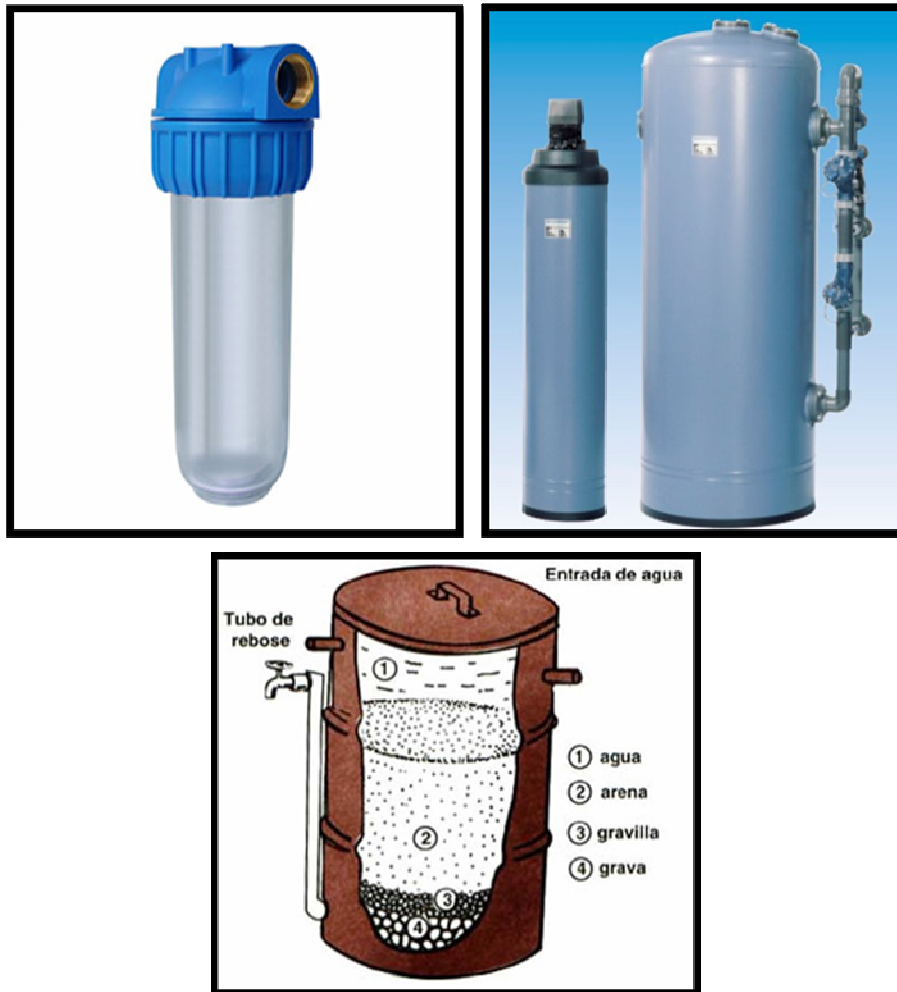
En la Figura 22. Tanques de almacenamiento, se observan algunos ejemplos de tanques, que sirven para el volumen de agua lluvia necesaria para el consumo diario de las personas que se benefician de este tipo de sistemas.

Tanto las canales como los tanques pueden ser de distinto tamaño y material dependiendo de la cantidad de agua que se va a depositar como se observa en las figuras 21 y 22 ya que los cambios que se observan dependen es del tipo de fabricante.

Los tanques de almacenamiento deber ser de materiales duraderos y que dentro de sus especificaciones se incluyan materiales impermeables, que tengan tapas para evitar la contaminación, que las tapas sean lo suficientemente grandes para que permitan el ingreso de alguna persona para realizar la limpieza necesaria, que la entrada y el rebose cuenten con mallas para evitar el ingreso de insectos o animales.

- Filtros para sedimentos de partículas en suspensión del agua lluvia almacenada.

Figura 23. Filtros de sedimentación.



Fuente: BB AGUA. Filtro Sedimentos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.bbagua.com/filtro-sedimentos/>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 23. Filtros de sedimentación, se presentan diferentes tipos de filtros sedimentadores de partículas que cumplen una función muy importante, ya que es necesario que el agua tenga un tratamiento dirigido a la remoción de partículas que están depositadas dentro de los tanques de almacenamiento permitiendo usar agua de mejor calidad aunque no apta para el consumo humano.

- Motobomba para el abastecimiento interno a las redes de distribución de la casa.

Figura 24. Motobombas.



Fuente: SISTEMAS INDUSTRIALES DE EQUIPO DE BOMBEO. Galería Imágenes de Equipos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sideb.com.mx/pagina/galeria-imagenes-equipos-de-bombao/>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 24. Motobombas, se muestran dos tipos de motobombas, que permiten administrar el agua almacenada por las redes de distribución de la vivienda. Cada clase de bomba depende de la potencia que necesite el sistema para distribuir a las redes de distribución del agua lluvia.

La forma más sencilla de ensamblar todo el sistema es colocar las canales en la caída de agua de las tejas para que recolecte el fluido. Por medio de las canales se redirige el agua los contenedores. Los filtros son parte fundamental del proceso ya que se encargan de hacer que el agua sea lo más limpia posible para su uso, estos deben estar ubicados en las tuberías antes de que ingrese el agua los contenedores y después del paso de la motobombas. Una vez se tenga el agua recolectada en los contenedores, las motobombas se encargaran de generar el empuje hacia las tuberías de la vivienda para que así se logre un flujo constante.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> PRENSA.COM ¿Cómo cosechar agua lluvia? [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2010/08/21/hoy/vivir/2304336.asp>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

Figura 25. Captación de agua lluvia en techos.



Fuente: PRENSA.COM ¿Cómo cosechar agua lluvia? [En Línea]. Disponible en Internet: <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2010/08/21/hoy/vivir/2304336.asp>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la figura 25, captación de agua lluvia en techos, se ilustra un sistema de captación de agua lluvia en techos, donde se observa el área de captación, la conducción para recolectar el agua, el tanque de almacenamiento teniendo en cuenta la capacidad a la que se quiera recolectar, el sistema de distribución del agua, el sistema de bombeo y un sistema de potabilización. Que permite ver en conjunto todos los componentes del sistema, así como el funcionamiento de los mismos.

### 5.3 CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN EUROPA<sup>29</sup>

A continuación se observan otras opciones de recolección y almacenamiento del agua lluvia y su implementación en países europeos. Donde después de algunos años vuelve a cobrar importancia recolectar y almacenar agua lluvia para suplir la demanda y combatir la escases por la que algunos países del continente europeo pasan.

En el norte de Europa, a pesar de disponer de modernos sistemas de canalización y potabilización de agua, ha vuelto a cobrar importancia en los últimos años la recogida de agua de lluvia. Suponiendo un edificio con una cubierta de 100 m<sup>2</sup> y un aprovechamiento del 80% del agua de lluvia, tendríamos 48.000 litros de agua gratuitos cada año.

El agua de lluvia presenta una serie de características ventajosas:

Por una parte es un agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles.

Para muchos usos domésticos, la calidad del agua no precisa ser la de "apta para el consumo humano". En estos casos el agua de lluvia puede reemplazar perfectamente al agua potable.

Los sistemas de captación de agua se componen de un equipo básico de recogida y gestión del agua lluvia.

Se implementan equipos sencillos y muy prácticos de instalar para construir el sistema de captación y reutilización de agua lluvia desde su recolección pasando al almacenamiento y después a la distribución por medio de la red a toda la vivienda.

Se destaca en este artículo, que el agua de lluvia debe captarse en los meses de lluvia y debe conservarse para ser utilizada durante el periodo posterior hasta la nueva época húmeda. Por ese motivo, el empleo del agua de lluvia se combina con otra fuente de suministro de agua como puede ser la de red en muchos casos.

Esta duplicidad de calidades de agua, implica la necesidad de un sistema eficiente de gestión de ambos tipos de aguas. Existe en el mercado equipos diseñados para llenar el tanque con agua de la red pública, cuando el agua lluvia se está acabando, generando ciertas deficiencias al sistema ya que por una parte dificulta la adaptación y asentamiento del sistema y por otra, implica la no utilización de

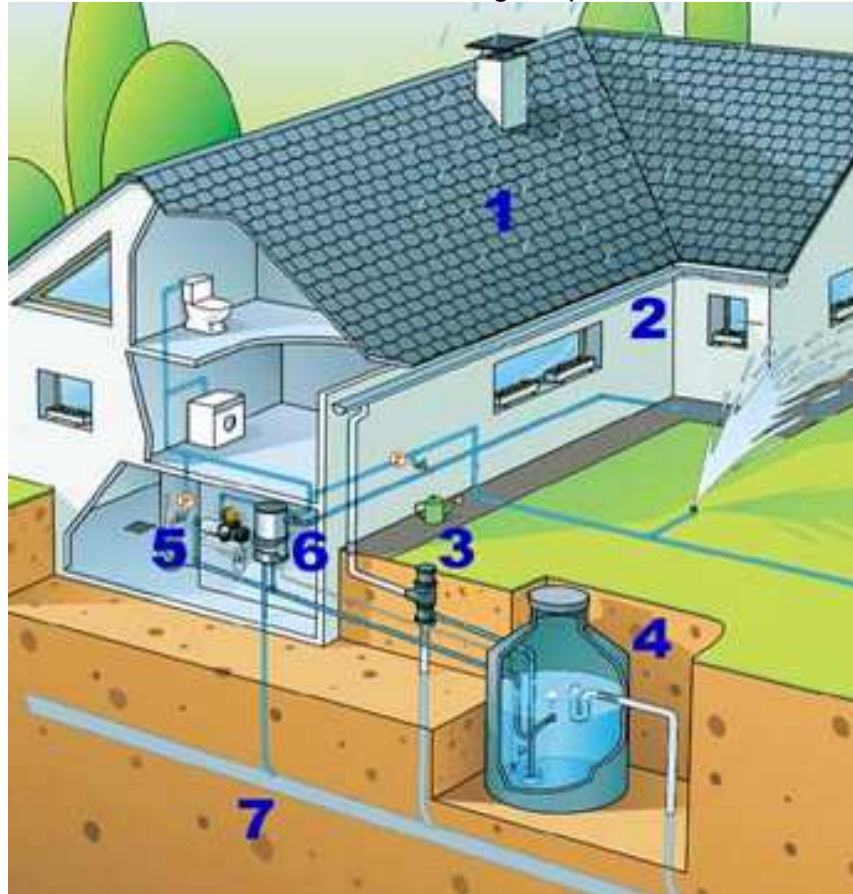
---

<sup>29</sup> H2O POINT. Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.h2opoint.com/lluvia.php>> [Citado: 04 de Marzo de 2014].

toda la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, dado que antes de que ésta se agote ya añadimos agua de otra procedencia.<sup>30</sup>

El diseño que se presenta toma como criterio la búsqueda del aprovechamiento máximo del agua de lluvia y sus sistemas de almacenaje, preservando el circuito de aguas pluviales de cualquier mezcla o contaminación con agua de otra calidad.

Figura 26. Diseño básico de recolección de aguas pluviales.



Fuente: H2O POINT. Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.h2opoint.com/lluvia.php>> [Citado: 04 de Marzo de 2014].

La Figura 26. Diseño básico de recolección de aguas pluviales, representa el diseño del sistema de aprovechamiento de agua y enumera cada uno de sus componentes que cumplen con las siguientes funciones dentro de la técnica así:

- Cubierta: En función de los materiales empleados se tendrá mayor o menor calidad del agua que se recoge.

<sup>30</sup> Ibid.

- **Canaleta:** Para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento. Antes de las bajante se aconseja poner algún sistema entrada de hojas y similares.
- **Filtro:** Necesario para hacer una mínima eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.
- **Deposito:** Espacio donde se almacena el agua ya filtrada. Su lugar idóneo es enterrado o situado en el sótano de la casa, evitando así la luz (algas) y la temperatura (bacterias). Es fundamental que posea elementos específicos como deflector de agua de entrada, sifón, rebosadero anti roedores, sistema de aspiración flotante, sensores de nivel para informar al sistema de nivel.
- **Bomba:** Para distribuir el agua a los lugares previstos. Es muy importante que esté construida con materiales adecuados para el agua de lluvia, e igualmente interesante que sea de alta eficiencia energética.
- **Sistema de gestión: Agua de lluvia – Agua de Red:** Mecanismos sobre el cual se tiene un control para la reserva de agua de lluvia y la contaminación automática con el agua de red. Este mecanismo es fundamental para aprovechar de forma confortable el agua de lluvia. Obviamente se prescinde de él si no existe otra fuente de agua.
- **Sistema de drenaje:** Para el drenaje de las aguas excedentes, de limpieza, etc., que puede ser la red de alcantarillado, o el sistema vertido que disponga la vivienda.

Este tipo de sistema es un buen ejemplo para el proyecto que se desea realizar en el Barrio Yomasa de la localidad de Usme, porque se demuestra que con un buen diseño y utilizando pocos elementos en la vivienda, se puede disponer de los recursos naturales, que en el tiempo permitirá ahorrar en gran medida, el dinero que se paga a las empresas que suministran el agua a las viviendas, y así se aporta además a la preservación del medio ambiente, porque también permite el ahorro de agua potable en la zona de utilización del sistema de captación de aguas lluvias.

Dentro de la investigación que se realizó sobre los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, se encontró otra tesis realizada en la ciudad de México, y que a continuación se presenta aportes de la misma:

#### **5.4 SISTEMA DE CAPTACION Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD. DE MEXICO<sup>31</sup>**

En el siguiente artículo se describe cómo en un eco barrio de la ciudad de México se puede implementar un sistema de recolección del agua lluvia, donde realizan estudios de la captación del agua en sitio y en el área que acoge al barrio. Se muestra además los elementos del sistema práctico y recomendado para implementarse bajo las siguientes condiciones.

Después se describe el estado del arte de la captación de lluvia y los antecedentes del sitio de estudio, el Ecobarrio de Santa Rosa Xochiac. A partir de lo anterior, se plantea la etapa experimental, donde se desarrolla un estudio de calidad del agua de lluvia y la evaluación hecha al tratamiento.

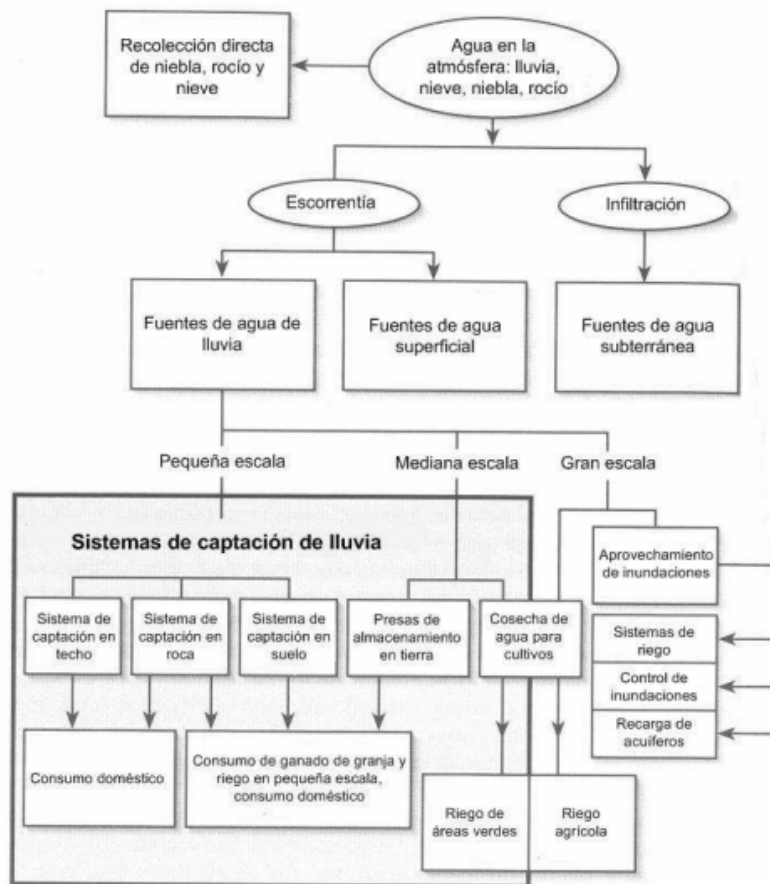
Hace énfasis al concepto de captación pluvial, como el almacenamiento del agua de lluvia para su utilización posterior, y presenta de forma gráfica la técnica propuesta por PorGould y Nissen-Pettersen en 1999 para la clasificación general del aprovechamiento de la lluvia.

---

<sup>31</sup> GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].



Figura 27. Clasificación de la captación de agua lluvia.



Fuente: GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 27. Clasificación de la captación de agua lluvia, se muestra una clasificación sintetizada de la captación de lluvia por etapas.

Dentro de los componentes básicos que se pueden integrar al sistema de captación y aprovechamiento de agua, se encuentran la recolección o captación, la conducción, y el almacenamiento del líquido, aquí una descripción de cada uno de ellos:

- **Área de captación:** se refiere a la superficie que va a recolectar el agua de la lluvia y pueden ser de materiales como cemento, lámina metálica, plástica, fibra de vidrio, tejas de arcilla o plásticas.

- **Conducción:** el sistema requiere elementos para transportar el agua colectada hacia el lugar de aprovechamiento, tratamiento o almacenamiento, para lo cual comúnmente se usan canaletas y tuberías que pueden ser plásticas, metálicas, o láminas de acero.
- **Almacenamiento:** lugar donde se conservara el agua captada, puede ser en tanques, o contenedores superficiales o subterráneos, que pueden ser plásticos, o metálicos.

La tesis se realizó para el aprovechamiento de la población de Santa Rosa Xochiac que es un pueblo con origen prehispánico, y pertenece a la Delegación Álvaro Obregón, muy cerca de Santa Fe. El poblado se considera dentro de una zona de amortiguamiento entre la ciudad y el suelo de conservación conocido como "cinturón verde".

En la tesis se describe brevemente la infraestructura básica con la que cuenta el Ecobarrio de Santa Rosa Xochiac y abastecimiento de agua potable, que es la base importante para esta tesis.

Dentro de la investigación, se observó que algunas casas cuentan con fosas sépticas, biodigestores o algún sistema de tratamiento de agua residual, pero la mayoría usan el suelo para sus descargas.

Para tener una estimación representativa del sitio de estudio, se planteó un cálculo de consumo, basado en datos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM). Para estimar un consumo promedio general por casa del sitio, se tomó en cuenta el consumo de agua potable de toda la Delegación Álvaro Obregón y de dos sitios vecinos con características similares.

En el trabajo se realizaron estudios de precipitación, intensidad de la precipitación, acidez de la lluvia, iones disueltos en la lluvia, y metales pesados en la lluvia.

Dentro de la propuesta para el tratamiento del agua lluvia se evidenció que el agua de lluvia adquiere mayor contaminación cuando es captada en una superficie como el techo de la casa, motivo por el que se propone un tratamiento de pre filtrado, desinfección y filtrado, para así mejorar la calidad del agua.

Además se recomendaron otros equipos como:

- **Separador de primera lluvia:** el separador de primera lluvia es un dispositivo que se basa en el hecho que es mayor la cantidad de lluvia que cae, que la que podemos almacenar y aprovechar. Por lo tanto, favorece una mejor calidad del agua al aislar los primeros mm de lluvia que tienen mayor concentración de contaminantes, porque el agua limpia la atmósfera y la superficie de la captación.

Este dispositivo tiene la filosofía de prevención al mantener la calidad del agua de lluvia antes de contaminarse en vez de descontaminarla.

Se construyeron tres dispositivos separadores de primera lluvia.

Figura 28. Dispositivo de separación de primera lluvia (d).



Fuente: GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 28. Dispositivo de separación de primera lluvia (d), se presenta el modelo “d” que está compuesto por un barril con tubería de PVC fijada a la parte lateral con una pelota dentro que flota que al llegar a cierto nivel obstruyendo el tubo bajante de lluvia. Los primeros mm de lluvia quedan atrapados en el barril y los siguientes continúan hacia la cisterna o Volumen de almacenamiento.

Figura 29. Dispositivo de separación de primera lluvia (e).



(e)

Fuente: GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 29. Dispositivo de separación de primera lluvia (e), se presenta el modelo “e” que es una modificación del modelo “d” y la diferencia primordial es la reducción de la cantidad de material y simplificación del funcionamiento aunque usa el mismo principio de la pelota flotante.

Figura 30. Dispositivo de separación de primera lluvia (f).



(f)

Fuente: GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 30. Dispositivo de separación de primera lluvia (f), se presenta el modelo “f”, que se plantea para mejorar la característica de aislar por completo el agua de primera lluvia y evitar mezcla, aumentando la calidad del agua de lluvia. Se compone de una tubería de PVC fijada a un barril de plástico con un dispositivo de cerrado por flotación comercial tipo tinaco.

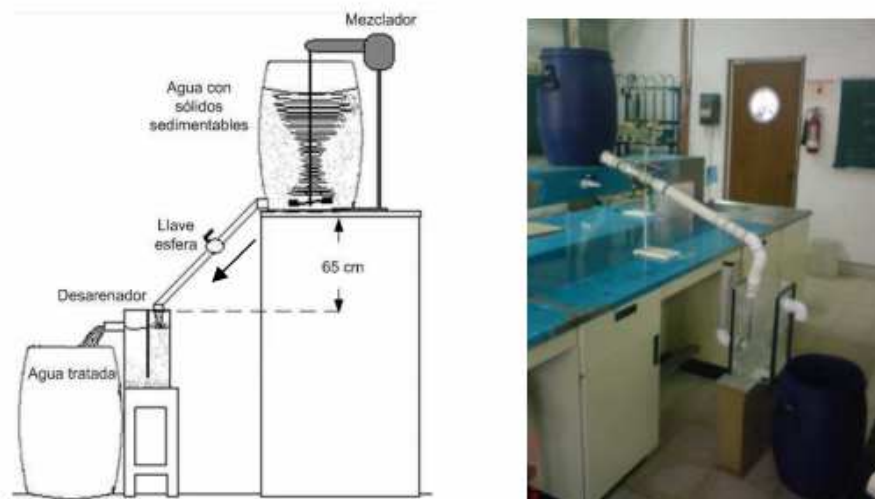
En todos los modelos es necesario drenar el agua retenida para que en el siguiente evento de lluvia vuelvan a cumplir su tarea.

Se recomienda en general el modelo “e” por ser económico, fácil de implementar y reducir los problemas del modelo “d”. Aunque el modelo “f” tiene un sellado perfecto, sólo se recomienda para la captación de superficies menores a 50 m<sup>2</sup> debido a la reducción del diámetro que genera el flotador.

- Desarenador: Uno de los problemas de la captación pluvial son los sólidos sedimentables que pueden ser arrastrados de la superficie de captación por el agua.

Este dispositivo consiste en un recipiente donde se reduce el flujo del agua para permitir la sedimentación de los sólidos antes de pasar al medio de almacenamiento, generalmente una cisterna, mejorando la calidad del agua y facilitando el mantenimiento.

Figura 31. Desarenador



Fuente: GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

En la Figura 31. Desarenador, se presenta el desarenador descrito por Gould y Nissen-Petersen (1999) con algunas modificaciones que se realizaron para el proyecto del Ecobarrio en México.

En un barril se conectó una tubería de PVC de 2" de diámetro y una válvula de esfera para controlar el flujo. Con ayuda de un mezclador se mantuvieron los sólidos sedimentables en suspensión dentro del barril y mediante la válvula esfera y la tubería se hizo pasar la mezcla homogénea hacia el desarenador.

Como conclusión de la tesis de la Universidad Autónoma de México, el sistema de aprovechamiento pluvial propuesto es sencillo de manera intencional para que pueda instalarse con conocimientos técnicos básicos. Además es modular para que pueda implementarse sólo el nivel de tratamiento necesario. También es un sistema escalable para que, una vez iniciado, pueda seguirse ampliando con el tiempo y crecimiento según las necesidades de cada usuario. Todo lo anterior lo hace replicable en beneficio de los interesados.

## **5.5 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN COLOMBIA**

A continuación se presenta algunos ejemplos de cómo en Colombia se implementan sistemas de recolección de agua lluvia por medio distintos equipos de alta tecnología.

En Colombia muchas empresas se han unido a implementar construcciones que se lleven bien con el medio ambiente por lo cual quieren implementar en base a experiencias internacionales para implementar los diversos tipos de sistemas que mejoraran y ayudaran a nuestro planeta.

Las empresas colombianas han entendido claramente la importancia del tema de desarrollo sostenible y por ello se han involucrado de forma directa en la construcción de edificios amigables con el ambiente y con sus colaboradores.

Las compañías locales han entrado en las tendencias mundiales de construcción, que se sustentan en minimizar el impacto del proceso constructivo y crear edificaciones que ayuden al ahorro de energía, de agua y el manejo responsable de los residuos.

En busca de hacer visible este compromiso, las empresas certifican sus procesos y edificaciones por medio de alguna de las instituciones internacionales que garantizan su sostenibilidad. El más conocido de estos certificados es el Leed, Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental), que fue creado por el U.S. Green Building Council (Consejo Estadounidense de Construcción Verde).

En el país, la institución que se encarga de coordinar y educar sobre el tema de construcción sostenible es el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (Cccs), que tiene 178 miembros, entre ellos, empresas de construcción, fabricantes de insumos e instituciones educativas, entre otros.<sup>32</sup>

Como se evidencia en las consultas bibliográficas, referentes a las tecnologías LEED y el uso adecuado de los recursos; en Colombia un gran número de compañías se han preocupado por el deterioro del medio ambiente, y se han asesorado de instituciones internacionales para adoptar técnicas que preserven el medio ambiente y hagan de sus empresas, un ejemplo a la comunidad de cómo cuidar los recursos naturales, y beneficiarse económicamente.

Como ejemplo de ello, se describen a continuación, varios casos colombianos en los que se han implementado tecnologías que permiten el cuidado y reutilización de los recursos, y que además se encuentran certificadas por las compañías nacionales e internacionales demostrando que definitivamente, es viable realizar este tipo de prácticas, que generan beneficios no solo a los empresarios o comunidades que los implementan, sino que además se minimiza la contaminación, y se ayuda a la preservación del medio ambiente.

Figura 32. Edificio Bancolombia sede Medellín.



Fuente: ENCICLOPEDIA LIBRE WIKIPEDIA. Bancolombia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bancolombia>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

---

<sup>32</sup> TERRANUM. Novartis Colombia. Certificación Leed. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.terranum.com/noticia/noticia/154-nueve-edificios-corporativos-tienen-la-certificacion-leed>>. [Citado: 6 de Febrero de 2014].

La Figura 32. Edificio Bancolombia sede Medellín, corresponde a la sede de Bancolombia en Medellín, que cuenta con 138.101 m<sup>2</sup> construidos, conformado por dos torres que se comunican interiormente por un túnel, y dos puentes dobles. Tiene un total de 13 y 14 pisos cada torre.

El edificio, está completamente automatizado en sistemas hidrosanitario (con electroválvulas, red de riego, aguas de condensación y recolección de aguas lluvias para el sistema de recirculación del aire acondicionado), sistemas completo de detección y extinción de incendios.<sup>33</sup>

Uno de los grandes ejemplos de implementación de construcciones que ayudan a mejorar el medio ambiente es la sede de Bancolombia situado en la ciudad de Medellín y la sede de la multinacional farmacéutica, ubicada al norte de Bogotá el cual cuentan con una certificación LEED. Estas construcciones fueron llevadas a cabo con el fin de dar ejemplo a muchas compañías nacionales a dar conciencia desde ahora en proteger nuestros recursos naturales y ayudar a que no se deterioren y se agoten.

La nueva sede de la multinacional farmacéutica, ubicada al norte de Bogotá, se convirtió en la primera edificación colombiana en obtener la certificación LEED en la categoría Plata, otorgada por el Consejo de la Construcción Sostenible de Estados Unidos (en inglés US Green Building Council, USGBC).

---

<sup>33</sup> GRUPO BANCOLOMBIA. Eficiencia energética y construcción sostenible edificio dirección general. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: [http://www.upme.gov.co/Eventos/URE\\_2011/Franco\\_Piza\\_Edificio\\_Bancolombia.pdf](http://www.upme.gov.co/Eventos/URE_2011/Franco_Piza_Edificio_Bancolombia.pdf)>. [Citado: 6 de Febrero de 2014].



Figura 33. Sede de la farmacéutica Novartis.



Fuente: BAY BAYONA Y ASOCIADOS. La nueva sede de la farmacéutica novartis, es la primera edificación colombiana en recibir la certificación internacional LEED. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.bay.com.co/2010/08/la-nueva-sede-de-la-farmaceutica-novartis-es-la-primera-edificacion-colombiana-en-recibir-certificacion-internacional-leed/>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

En la Figura 33. Sede de la farmacéutica Novartis, se presenta el edificio de la Sede Farmacéutica Novartis, que cuenta con 9.700 m<sup>2</sup>, distribuidos en 12 pisos, 2 sótanos con 114 unidades de parqueaderos y la primera cubierta verde certificada de Bogotá D.C.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> BAY BAYONA Y ASOCIADOS. La nueva sede de la farmacéutica novartis, es la primera edificación colombiana en recibir la certificación internacional LEED. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.bay.com.co/2010/08/la-nueva-sede-de-la-farmaceutica-novartis-es-la-primera-edificacion-colombiana-en-recibir-certificacion-internacional-leed/>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

La certificación destaca los proyectos que cumplen los principios de la construcción ecológica, como la utilización de energías alternativas, el bajo impacto en el medio ambiente y la eficiencia del consumo de agua.<sup>35</sup>

En Bogotá, en la última década son cada vez más las empresas locales que se preocupan porque sus sedes cuenten con una certificación LEED con el objetivo de que sus operaciones impartan menos contaminación y deterioro a los recursos y daño al medio ambiente entre ellos el agua. Así, son más de 100 proyectos los que actualmente están registrados para obtener este sello en el país, 21 de ellos ya certificados y nueve con el sello oro.

Dentro de este grupo de edificaciones se encuentran universidades, cajas de compensación, hoteles, industrias y grandes superficies que se han sumado al desarrollo sostenible en ciudades principales como Bogotá, Bucaramanga y Medellín e intermedias como Girardot, Pereira y Palmira, generado un impacto positivo al bolsillo de sus residentes.

Se muestran a continuación, algunas de las edificaciones que en Colombia, ya están implementando los sistemas de construcción sostenible y cuentan con el certificado de Liderazgo en energía y Diseño Ambiental (LEED).

Figura 34. Centro de distribución Ecobranch Avon Antioquia.



Fuente: EL TIEMPO.COM. Una muestra de algunas construcciones certificadas por su aporte al desarrollo sostenible. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria\\_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible\\_13637219-5/](http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible_13637219-5/)>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

<sup>35</sup> CONSTRUDATA. Edificio Novartis en Bogotá obtiene certificación LEED. [En línea]. Disponible en Internet: <URL:[www.construdata.com/BancoConocimiento/E/edificioNovartis\\_leed2010/edificioNovartis\\_leed2010.asp](http://www.construdata.com/BancoConocimiento/E/edificioNovartis_leed2010/edificioNovartis_leed2010.asp)>. [Citado: 15 de enero de 2014].

La Figura 34. Centro de distribución Ecobranch Avon Antioquia, corresponde al centro de distribución Ecobranch Avon, ubicado en el municipio de Guarne, Antioquia, es una edificación con más de 27.000 m<sup>2</sup>, que alberga dos bodegas y un edificio administrativo.

El proyecto obtuvo la certificación Leed de Oro y cuenta con programas de reciclaje de materiales resultantes de la construcción, un tanque de recolección de aguas lluvias, que se canalizan por la cubierta del edificio para ser posteriormente utilizadas en las unidades sanitarias, instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales permanente con una eficiencia mayor al 95%, diseño de paisajismo con especies nativas, que requieren el mínimo mantenimiento y no genera consumos de agua por riego.<sup>36</sup>

Figura 35. Colegio Rochester en Cundinamarca.



Fuente: EL TIEMPO.COM. Una muestra de algunas construcciones certificadas por su aporte al desarrollo sostenible. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria\\_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible\\_13637219-5/](http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible_13637219-5/)>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

La Figura 35. Colegio Rochester en Cundinamarca, muestra el Colegio Rochester, ubicado en el municipio de Chía, Cundinamarca, la construcción incluye estrategias para lograr el bajo consumo de agua potable, una planta innovadora de tratamiento de aguas residuales, bajo consumo de energía

<sup>36</sup> CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS). Estudios de Caso. Centro de distribución Ecobranch AVON. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cccs.org.co/estudios-de-caso/proyectos/342-centro-de-distribucion-ecobranch-avon>> [Citado: 15 de Abril de 2014].

eléctrica, calentamiento inteligente con energía solar de las dos piscinas y los dos vestieres del centro acuático, iluminación natural indirecta e iluminación automática LED de bajo consumo de mercurio, aislamiento acústico entre espacios con pisos, cielorrasos y ventanas acústicas, pintura y pegantes que no contaminan el aire y manejo sostenible de residuos orgánicos e inorgánicos.

Dentro de los beneficios hidráulicos de esta edificación se cuenta con una integración desde el urbanismo de un sistema que controla las escorrentías por eventos de lluvias torrenciales, instalación de dispositivos ahorradores para usos sanitarios, duchas y lavamanos con el fin de reducir la huella hídrica, además de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, permitiendo así que todas las aguas residuales generadas en la operación diaria, sean tratadas y reutilizadas para descargas sanitarias y paisajismo.<sup>37</sup>

Ya que grandes empresas en nuestro país están trabajando para que se siga utilizando cada día más construcciones amigables con el medio ambiente se debe a que el agua es un recurso natural se ve afectado directamente ya que no le damos un debido uso y se malgasta, es por ello que la investigación que se cita a continuación y que fue realizada por el departamento de Antioquia cuenta como es importante implementar construcciones ecológicas, y captación del agua lluvia para ser reutilizada y no malgastarla por sus habitantes.

En estudios realizados y evaluaciones económicas de captación de aguas en Antioquia se concluyó que la implementación de proyectos de construcción sostenible en torno al recurso hídrico y al aprovechamiento de aguas lluvias como fuente alternativa del recurso pueden ser viables económica, social y ambientalmente, la implementación del sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua lluvia logra consolidar la cultura del uso eficiente y racional del agua, al igual que mejorar el desempeño ambiental, a ello se le asocia la disminución de costos económicos vía tarifa de los servicios públicos, además de los beneficios ambientales.<sup>38</sup>

Al igual que en Colombia, en otras partes del mundo como en Brasil se desarrolla un proyecto de investigación realizado por el sector hotelero, sobre construcciones sostenibles, con el fin de aprovechar al máximo este recurso, con el objetivo de analizar el proceso de adopción de la certificación “Leadership in Energy and Environmental Design” (LEED), a partir de establecimientos del sector hotelero que ya la adoptaron. Para su concreción se procedió a una investigación

---

<sup>37</sup> COLEGIO ROCHESTER. Leed, Primer Colegio Leed Gold en Latinoamérica. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.rochester.edu.co/index.php/campus/leed>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

<sup>38</sup> ARROYAVE, Joan. [et al.]. Evaluación económica de la captación de agua lluvia como fuente alternativa de recurso hídrico en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000100007&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000100007&lang=pt)>. [Citado: 31 de enero de 2014].

bibliográfica, recolección de datos secundarios en sitios web institucionales, periódicos y material documental, y recolección de datos primarios por medio de entrevistas semiestructuradas. Fueron 21 entrevistados - 02 del Green Building Council Brasil y 19 de medios de hospedaje (31% de los certificados). Los resultados permitieron identificar la cronología de los procesos de certificación y el perfil de las categorías hoteleras que adoptan el programa LEED. Además, las entrevistas posibilitaron la discusión de las motivaciones iniciales de busca por la certificación, así como las ventajas y los obstáculos percibidos respecto a su adopción.<sup>39</sup>

## **5.6 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN ECUADOR**

Dentro de las consultas bibliográficas que se realizaron, se presenta otro sistema de recolección, pero esta vez en Ecuador, en la ciudad de Majagual, donde se construyó un sistema que permite recoger el agua lluvia, debido a que esta comunidad no cuenta con agua potable y la consiguen a un gran costo en comunidades vecinas, deciden implementar este sistema el cual consta de tres tanques de almacenamiento de agua y un sistema de distribución que permite llevar el agua a cada domicilio.

La comunidad de Majagual y Los Atajos, en Ecuador no se cuenta con un sistema de agua potable, hasta el momento han accedido al servicio comprando el agua en comunidades vecinas. Para resolver este problema se ha instalado un sistema de recolección de agua lluvia que se almacena en 3 tanques plásticos que recolectan 3000 litros y un tanque de material donde se recolectan 12000 litros, de ahí, se extiende una red comunitaria, situando puntos comunes a donde acceden las familias. La recolección se hará a través de los techos que se construirán, en el caso de la comunidad de los atajos se hará uso del techo de la escuela existente más uno que se debe realizar.

Los tanques están ubicados en lo alto sobre bases de concreto, de manera que el agua llegue por desnivel y evitar los inconvenientes que se tienen con la distribución por bombeo dado que no se cuenta con electricidad.

Inicialmente esta red será sólo para el consumo humano, para otros usos se cuenta con la cercanía del océano pacifico y un río, agua no apta para el consumo debido a la contaminación ocasionada por las camaroneras ubicadas en el medio y por ser agua salada. Asimismo, los beneficiarios han recibido capacitación en el uso responsable del agua, a través de 12 talleres; 6 talleres en cada comunidad.

---

<sup>39</sup> MIRNA DE LIMA, Medeiros [et al.]. Adopción de la Certificación LEED en medios de Hospedaje: ¿Enverdeciendo la Hotelería? [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75902012000200005&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902012000200005&lang=es)> [Citado: 13 de Febrero del 2014].

Debido a la gran dificultad y riesgo que corren las personas cuando van a lavar la ropa y demás utensilios que requieren de aseo, se han instado lavaderos portables, en las orillas de los ríos y sobre madera de balsa; están adecuadamente instalados para no ser arrastrados por el agua. Este servicio es comunitario.<sup>40</sup>

## **5.7 SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA EN VENEZUELA**

Como último artículo de consulta, se cita a la comunidad de Venezuela en la ciudad de La Plata, donde por una iniciativa impulsada al congreso de ese país, se está implementando el almacenamiento y la reutilización de aguas lluvias en edificaciones horizontales y en construcciones de más de cuatro niveles para el fin de que esta sirva de limpieza y riego de cultivos por medio de un sistema de tanques los cuales tienen sifones y ventiladores para mantener el volumen recomendado. También la medida se debe aplicar a establecimientos como fábricas, depósitos, supermercados e industrias con más de 2.000 m<sup>2</sup> cubiertos.

Una iniciativa impulsada en el Concejo Deliberante de La Plata propone la instalación de un sistema de desagües en edificios de propiedad horizontal para coleccionar el agua de las precipitaciones y se aplique a tareas de riego y limpieza.

El sistema funcionaría con la instalación de tanques exclusivos de almacenamiento, los cuales serían obligatorios para los edificios de propiedad horizontal o viviendas multifamiliares de más de 4 plantas, si se avanza con una iniciativa impulsada por el Poder Ejecutivo.

El Sistema de Reutilización de Aguas de Lluvia también sería de uso obligatorio para fábricas, depósitos, supermercados e industrias con más de 2.000 m<sup>2</sup> cubierto. "Las aguas coleccionadas se almacenan en tanques exclusivos los cuales poseen ventilación, sifón de carga para mantener el nivel adecuado expulsando los excedentes, bombas de presurización y conexión a la red domiciliaria para provisión en época de lluvias escasas", se explica en el proyecto de ordenanza.

Así mismo, se establece que "la capacidad mínima de reserva del edificio es de 6.000 litros para edificios de hasta 2.000 m<sup>2</sup> cubiertos".

Para implementar dicha ordenanza, los conductos pluviales de los edificios se deberán conectar a los tanques de reserva exclusivos, en los cuales debe colocarse un filtro de impureza anterior al ingreso de las aguas a los tanques. Dichos tanques deberán ser de fácil acceso para su limpieza periódica y las cañerías de salida de los mismos actuarán por desborde mediante sifón inverso,

---

<sup>40</sup> FUNDACIÓN PROCLADEE. Sistema recogida agua lluvia en Majagual y los Atajos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fundacionproclade.org/proyectos/ecuador/sistema-recogida-agua-lluvia-majagual-y-atajos>>. [Citado: 23 de Abril de 2014].

que asegura el volumen de la reserva y expide el remanente de la capacidad de almacenamiento hacia las calzadas<sup>41</sup>.

Como conclusión del presente capítulo, se evidencia que en la actualidad la humanidad enfrenta graves problemas ecológicos, por el desmedido y mal uso de los recursos naturales. En aras de contrarrestar dicha problemática las grandes corporaciones han implementado nuevas técnicas para reducir el consumo de los recursos hídricos y han diseñado una serie de tecnologías dirigidas a la recolección de aguas lluvias para su posterior reutilización, esto con el fin de minimizar el impacto ambiental generado en el desarrollo de sus actividades.

La comunidad nacional e internacional, viendo los beneficios que este tipo de prácticas generan, han empezado a implementar estas tecnologías en sus edificaciones, aprovechando los beneficios económicos sociales y ambientales que generan.

---

<sup>41</sup> Telam. Buscan que edificios deban reutilizar el agua de lluvia. [En Línea]. Disponible en <https://ve.noticias.yahoo.com/buscan-edificios-deban-reutilizar-agua-lluvia-161400412.html>. Consultado: 23 de Abril de 2014].

## **6. DISEÑO DE SISTEMA DE RECOLECCION Y REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIAS PROPUESTO PARA EL BARRIO YOMASA**

Después de realizar la visita y diagnóstico al barrio Yomasa, y además conocer diferentes experiencias que en la actualidad el mundo está viviendo, demostrando así, que el uso de sistemas de recolección y de reutilización de agua, es fuente importante para las comunidades y el medio ambiente, en el presente capítulo, se presenta el estudio de la precipitación, utilizando para ello la información de cuatro estaciones pluviométricas de la CAR – Corporación Autónoma Regional, además se realiza el cálculo de la demanda y el abastecimiento de agua, así como el cálculo del volumen del tanque, para después proponer los diseños de recolección y reutilización de agua, que se pueden implementar en las viviendas del Barrio Yomasa.

Dentro de los componentes importantes para desarrollar el diseño de los sistemas de recolección de agua lluvia, se encuentra la precipitación de la zona de estudio, ya que es importante el aprovechamiento de la escorrentía por medio de su captación, almacenamiento y redistribución para los diferentes tipos de uso.

El estudio de las precipitaciones es básico para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal entrada de agua a las cuencas, también es fundamental para los diseños de obras civiles, o estudios de erosión entre otros.

La precipitación es todo aquello que cae del cielo a la superficie de la tierra, ya sea en forma de lluvia, granizo, agua o nieve, este fenómeno se da por la condensación del vapor de agua con tal rapidez en la atmósfera, alcanzando tal peso que no puede seguir flotando como las nubes, la niebla o la neblina y se precipita de las diversas formas ya mencionadas.<sup>42</sup>

El análisis comprende la variabilidad de la precipitación en el tiempo, su distribución sobre el área de estudio, la cuantificación de los volúmenes de agua que caen sobre la zona y las magnitudes y frecuencias de los aguaceros intensos.

Aunque muchas veces es necesario presentar la información pluviométrica correspondiente a una tormenta o lluvia en formas de intensidades, a partir de los registros de las estaciones pluviométricas ubicadas en la zona del presente proyecto, se se trabaja con los datos obtenidos de la precipitación de la Cuenca del Río Tunjuelo, a través de la información obtenida por la CAR – Corporación Autónoma Regional, para las diferentes estaciones que la componen.

---

<sup>42</sup> SÁNCHEZ, Javier. Precipitación. Concepto. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://clima.dicym.uson.mx/paglabhidra/ARCHIVOS/DENNIS/PRECIPITACIONES.pdf>>. [Citado: 23 de Abril de 2014].



Se realiza el cálculo, análisis, distribución y medición de la Precipitación media total con el fin de conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una gráfica cuya única finalidad será la de aportar patrones de conductas de las lluvias, que permitirán diseños confiables y efectivos para el desarrollo del proyecto en el barrio Yomasa en la localidad de Usme.

Para el desarrollo del análisis de precipitaciones, se usó el catálogo de la Red Hidrometeorológica de la CAR – Corporación Autónoma Regional, y se escogieron las estaciones que se ubican en la Cuenca del Río Tunjuelo, y que se presentan a continuación:

Tabla 1. Estaciones pluviométricas de la cuenca del Río Tunjuelo.

Codigo Estación	Nombre Estación	Tipo de Estación	Fecha de Inicio	Fecha Instalación	Latitud	Longitud	Elevacion
<u>2120077</u>	<b>TORCA</b>	PM	1970	02/01/1960	0447 N X=N=1021800	7402 W Y=E=1005320	2579 m.s.n.m
<u>2120156</u>	<b>LA PICOTA</b>	PG	1981	06/01/1980	0434 N X=N=995500	7408 W Y=E=994600	2580 m.s.n.m
<u>2120630</u>	<b>DOÑA JUANA</b>	CP	1989	03/01/1989	0430 N X=N=992300	7410 W Y=E=993700	2700 m.s.n.m
<u>2120085</u>	<b>EL BOSQUE</b>	PG	1963	12/01/1962	0429 N X=N=986200	7405 W Y=E=995560	2880 m.s.n.m

Fuente: Los Autores

En la Tabla 1, Estaciones pluviométricas de la cuenca del rio Tunjuelo, se relacionan las estaciones pluviométricas, que pertenecen a la cuenca del Rio Tunjuelo, que es la cuenca donde se ubica la zona de estudio del proyecto en desarrollo. A pesar de la existencia de otras estaciones en la cuenca, no se les tuvo en cuenta, porque algunas de las series presentan información incompleta, y que no permiten realizar la obtención de resultados precisos.

Para el cálculo de la precipitación media o promedio, se consideró el método de media aritmética, para determinar la lluvia promedio sobre el área de la cuenca y para tal efecto se promedian las alturas de precipitación que se registran en los cuatro pluviómetros escogidos para el estudio.

La expresión que permite estimar el valor de la precipitación media sobre la superficie es:

$$h_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{p_i}$$

(Ecuación No. 1)<sup>43</sup>

Donde  $h_p$  es la precipitación media, en mm;  $h_{p_i}$  es la  $i$ -ésima altura de precipitación medida en la estación  $i$ , en mm; y  $n$  es el número de estaciones de medición.

Para el estudio de precipitación en la Cuenca del Río Tunjuelo, se determinaron y usaron los datos de periodos comunes, desde el año 1989 y hasta el año 2013, que son los periodos, en los que todas las estaciones tienen registros de datos, arrojando los siguientes resultados:

---

<sup>43</sup> Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia. [En Línea] Disponible en: <http://www.aguasinfrenteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf> Consultado el 3 de Mayo de 2014].

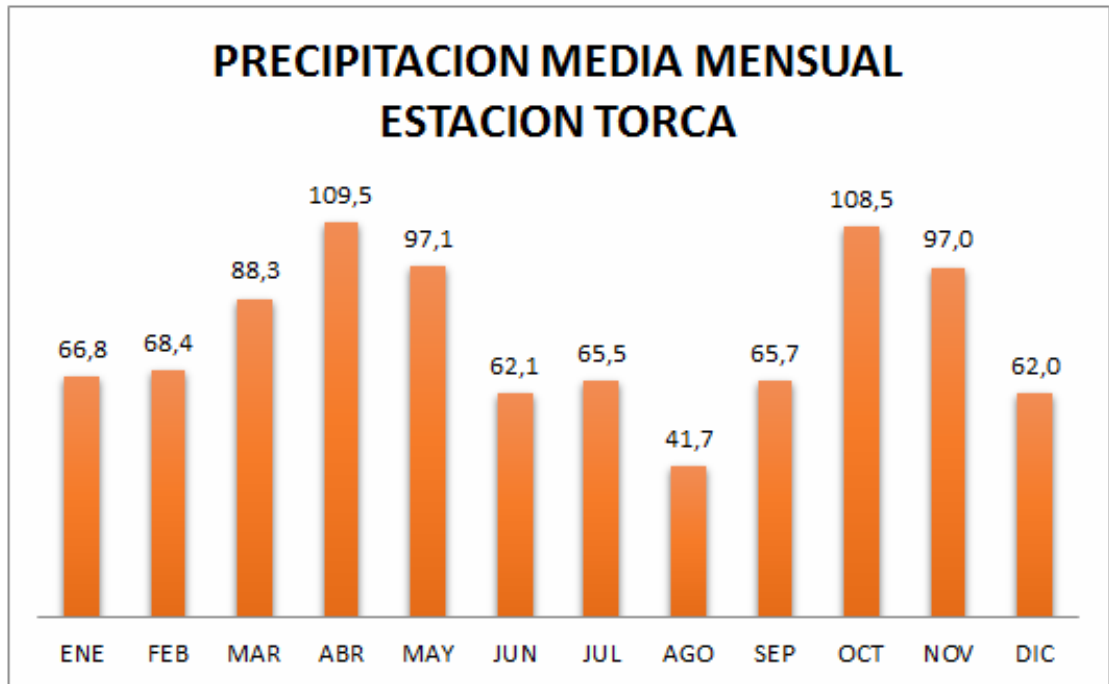
Tabla 2. Valores Mensuales de Precipitación Estación Torca(mm).

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)												
ESTACIÓN : 2120077 TORCA												
Latitud	0447 N	X=N=1021800	Departamento				Corriente R. BOGOTÁ					
Longitud	7402 W	Y=E=1005320	Municipio				Cuenca R. BOGOTÁ					
Elevación	2579 m.s.n.m		Oficina Provincial									
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1989	28,4	41,9	176,1	22,0	71,0	38,1	77,8	24,0	76,9	73,7	147,1	65,5
1990	102,4	53,5	52,0	128,0	141,0	60,6	78,9	37,8	44,1	131,2	133,0	88,6
1991	93,4	26,5	105,3	54,5	70,6	29,7	106,5	40,4	49,6	51,8	151,7	165,0
1992	31,2	36,0	48,5	83,4	50,7	28,6	43,6	33,5	101,7	32,6	131,2	173,7
1993	110,6	38,3	55,8	104,6	145,2	48,3	74,5	30,0	49,7	53,0	112,7	3,0
1994	113,7	100,9	70,4	52,6	89,0	63,9	47,0	32,7	16,4	81,6	93,6	15,6
1995	26,3	81,9	153,2	150,5	40,7	41,2	52,7	84,4	7,8	34,3	35,0	66,6
1996	39,7	92,9	179,3	119,1	85,5	37,8	52,0	40,4	36,1	112,0	53,2	49,0
1997	215,6	58,0	49,5	50,4	61,8	67,1	44,4	27,5	38,6	74,2	50,0	21,0
1998	23,8	20,4	95,4	55,7	125,3	59,8	306,0	44,0	315,1	116,7	122,1	84,7
1999	70,7	76,7	136,9	116,0	89,9	130,0	18,1	40,2	128,2	128,6	85,3	29,7
2000	46,4	121,6	89,3	76,5	65,2	51,1	61,3	52,5	102,4	128,9	37,9	22,3
2001	20,4	53,9	30,7	45,1	58,2	44,1	26,4	57,0	75,9	47,0	80,6	34,0
2002	41,0	20,0	54,1	127,5	127,7	132,7	56,6	41,5				43,9
2003	43,9	86,7	69,7	208,0	50,6	91,4	27,5	46,5	118,5	330,0	195,1	40,7
2004	26,8	75,1	50,8	157,9	78,1	78,8						
2005												0,0
2006	162,0	124,6	128,1	139,9	131,9	44,2	9,7	24,7	34,2	154,5		82,7
2007	25,0	22,2	15,6	38,2	51,6	21,6	34,5	94,5	70,5	222,6	151,5	191,4
2008	52,7	66,0	112,5	108,4	219,7	110,0	114,4	97,4	66,0	123,0		
2009	59,5	87,1	110,5	90,1	71,7	82,7	46,7	17,4	8,0	281,8	68,2	30,0
2010	1,2	30,6	26,6	234,9	210,2	125,1	161,6	66,2	124,9	168,4	192,4	96,7
2011	118,5	161,5	185,4	184,0	175,0	59,8	33,9	40,8	134,3	193,9	473,5	143,5
2012	204,8	68,8	133,1	242,1	82,8	85,8	116,9	68,5	43,6	171,6	110,0	101,7
2013	13,2	165,0	78,2	147,7	133,8	20,3	46,4					
<b>TOTALES</b>	1671,2	1710,1	2207,0	2737,1	2427,2	1552,7	1637,4	1041,9	1642,5	2711,4	2424,1	1549,3
<b>PROMEDIO</b>	<b>66,8</b>	<b>68,4</b>	<b>88,3</b>	<b>109,5</b>	<b>97,1</b>	<b>62,1</b>	<b>65,5</b>	<b>41,7</b>	<b>65,7</b>	<b>108,5</b>	<b>97,0</b>	<b>62,0</b>

Fuente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información hidrometeorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores Totales Mensuales de Precipitación. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=10545>>. [Citado: 3 de Mayo de 2014].

La Tabla 2. Valores Mensuales de Precipitación Estación Torca(mm), corresponde a los datos de la estación pluviométrica 2120077 Torca, que contiene los valores de precipitación mensual a partir del año 1989, y que permite, realizar los cálculos de la media aritmética para obtener los promedios de lluvia mensual.

Figura 36. Precipitación media mensual de la estación Torca (mm)



Fuente: Los Autores

Graficando los resultados obtenemos la Figura 36, precipitación media mensual de la estación Torca (mm), que nos indica que en el área de estudio, existe un comportamiento bimodal, es decir que cuenta con dos periodos lluviosos en el año, el primero corresponde a los meses de marzo, abril y mayo y el segundo es en los meses de octubre y noviembre, siendo el mes de abril el más alto con un total de 109.5 mm mientras que agosto con un total de 41.7 mm es el mes en el que menos lluvias se presentan en el año para esta estación.

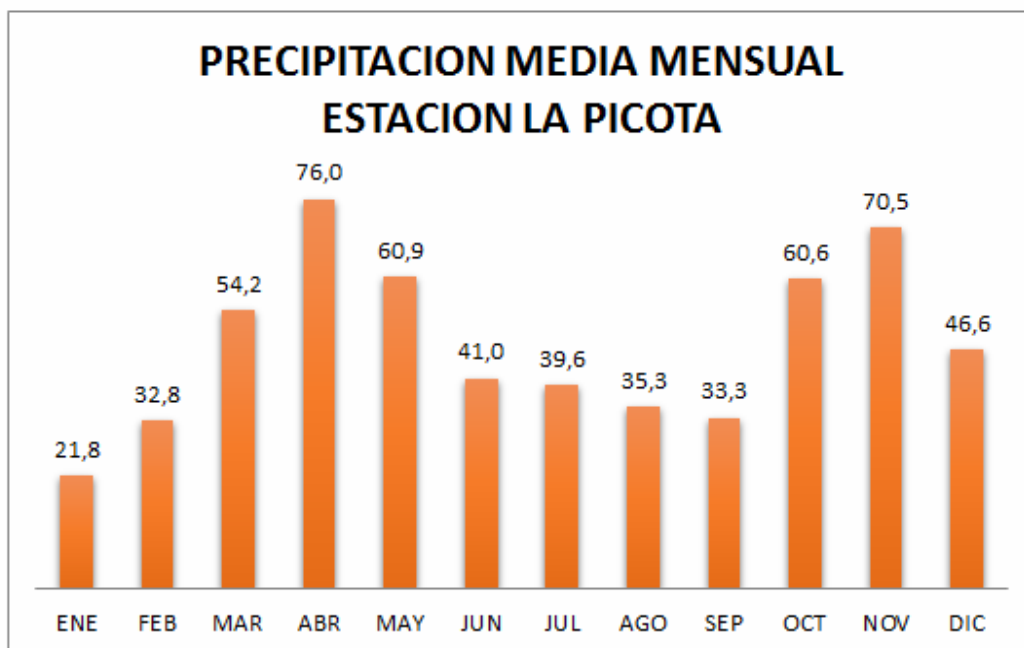
Tabla 3. Valores mensuales de precipitación estación la Picota (mm).

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)												
ESTACIÓN : 2120156 LA PICOTA												
Latitud	0434 N	X=N=995500	Departamento				Corriente R. TUNJUELO					
Longitud	7408 W	Y=E=994600	Municipio				Cuenca R. TUNJUELO					
Elevación	2580 m.s.n.m		Oficina Provincial									
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1989	0,7	61,1	118,9	14,4	91,6	52,6	30,7	16,3	56,0	0,0		
1990	17,9	42,8	74,2	70,8	72,1	32,2	26,6	46,2	27,3	122,3	41,8	72,0
1991	12,5	12,4	51,4	86,8	46,5	30,1	50,3	42,2	0,0	0,0	39,5	19,2
1992	4,4	10,5	6,9	16,0	5,7	15,6	20,6	12,1	47,5	9,2	44,6	29,6
1993	40,8	13,6	81,7	98,7	57,0	38,3	33,6	23,3	25,5	24,3	127,4	30,5
1994	36,6	15,0	47,0	49,6	62,7	15,1	15,8	37,8	21,4	109,5	103,2	
1995	2,3			53,1	22,7	36,6	1,6	41,4	37,2	72,5	49,4	27,1
1996	20,0	36,6	37,0	72,2	26,6	16,8	42,5	35,5	15,1	61,2	66,4	26,6
1997	85,5	20,7	35,4	23,8	35,8	58,8	81,7	33,9	4,5	43,0	74,7	3,2
1998	0,0	16,6	35,8	28,7	39,9	33,8	38,4	50,9	30,5	42,1	69,0	72,5
1999	34,7	111,0	53,6	61,4	40,1	58,4	23,7	43,5	81,9	30,0	51,4	22,8
2000	27,1	121,8	103,6	21,5	68,0	44,6	47,6	51,5	54,7	5,4		
2001							41,6	36,4	47,2	21,2	66,6	67,3
2002	6,3	23,6	47,7	151,8	105,9	93,8	30,1	40,4	32,7	19,9	16,7	48,9
2003	12,4	35,6	49,7	47,1	8,6			13,6	45,3	54,5	59,7	34,3
2004	4,8	0,0	34,4	118,2	87,8	83,6	37,8	38,4	35,3	126,6	111,5	39,6
2005	13,9	2,6	18,4	44,7	101,4	34,8	28,0	16,0	72,5	83,7	45,7	56,3
2006	115,6	9,4	118,4	109,4	64,5	23,7	40,2	2,7	6,3	115,0	129,9	26,5
2007	0,0	10,8	53,0	109,6	43,1	62,2	34,2	54,5	17,1	125,2	49,1	132,3
2008	7,1	62,0	47,9	63,9	161,5	80,5	73,2	78,4	38,8	74,8	131,6	58,4
2009	22,7	28,2	59,8	82,7	5,9	3,0	1,8	11,3	24,2	100,9	51,7	
2010	6,8	41,8	20,5	166,1	162,1	70,5	131,4	34,5	37,5	11,3	188,2	204,6
2011	32,2	89,1	78,7	195,2	130,7	50,4	70,2	33,8	15,7	99,0	120,8	81,9
2012	18,8	23,1	126,2	139,0	22,5	48,6	49,2	51,8	25,7	101,9	52,6	65,6
TOTALES	523,1	788,3	1300,2	1824,7	1462,7	984,0	950,8	846,4	799,9	1453,5	1691,5	1119,2
PROMEDIO	21,8	32,8	54,2	76,0	60,9	41,0	39,6	35,3	33,3	60,6	70,5	46,6

Fuente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información Hidrometeorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores Totales Mensuales de Precipitación. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=10545>>. [Citado: 3 de Mayo de 2014]. Cálculo de Valores Totales y Promedio los autores.

La tabla 3, Valores mensuales de precipitación estación la Picota (mm), corresponde a los datos de la estación pluviométrica 2120156 La Picota, que contiene los valores de precipitación mensual a partir del año 1989, y que permite, realizar los cálculos de la media aritmética para obtener los promedios de lluvia mensual.

Figura 37. Precipitación media mensual de la estación La Picota (mm).



Fuente: Los Autores.

Graficando los resultados obtenemos la Figura 37. Precipitación media mensual de la estación La Picota (mm), que nos indica que en el área de estudio, existe un comportamiento bimodal, es decir que cuenta con dos periodos lluviosos en el año, el primero corresponde a los meses de marzo, abril y mayo y el segundo es en los meses de octubre y noviembre, siendo el mes de abril el más alto con un total de 76.0 mm mientras que enero con un total de 21.8 mm es el mes en el que menos lluvias se presentan en el año para esta estación.

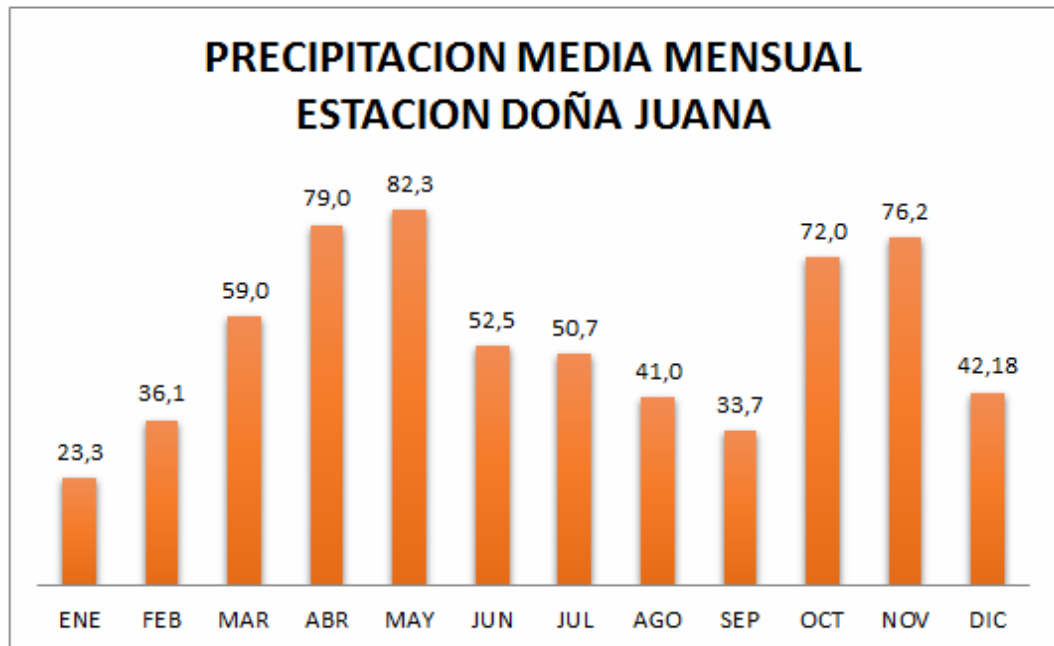
Tabla 4. Valores mensuales de precipitación estación Doña Juana (mm).

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)												
ESTACIÓN : 2120630 DOÑA JUANA												
Latitud	0430 N X=N=992300			Departamento				Corriente R. TUNJUELO				
Longitud	7410 W Y=E=993700			Municipio				Cuenca R. TUNJUELO				
Elevación	2700 m.s.n.m			Oficina Provincial								
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1989			24,6	30,3	91,6	66,8	37,0	43,4	41,4	49,6	89,8	38,4
1990	21,1	51,6	92,0	66,7	129,3	46,3	28,3	40,5	24,0	124,1	27,6	70,5
1991	4,8	15,7	114,7	85,3	73,6	34,4	81,7	96,9	30,4	14,3	57,8	38,3
1992	18,8	31,9	23,6	67,4	37,0	33,0	63,4	53,2	51,2	14,9	105,9	22,6
1993	30,5	10,8						16,6	37,0	24,6	102,3	3,7
1994	58,0	47,5	103,8	82,4	109,9	50,6	72,7	47,5	27,4	54,5	143,6	10,5
1995	5,3	10,3	48,5	64,0	96,9	63,4	30,7	45,1	18,9	49,9	95,5	89,6
1996	63,6	63,4	109,2	43,1	109,7	31,7	81,0	35,3	32,8	73,2	73,4	47,1
1997	105,2	20,3	54,2	30,8	32,7	79,3	65,3	27,9	31,2	30,0	56,3	2,0
1998	3,9	10,5	55,6	20,7	166,6	56,8	69,5	45,0	27,0	56,2	58,6	122,2
1999	38,2	99,2	47,7	54,6	57,6	51,6	16,5	40,9	81,4	85,6	95,5	25,5
2000	31,6	87,2	93,4	75,6	86,2	40,1	49,7	56,7	59,8	64,7	44,7	29,7
2001	7,8	76,4	72,4	50,9	67,8	55,8	42,9	30,3	57,6	21,2	42,3	46,8
2002	6,8	6,6	28,9	100,7	115,2	120,1	42,9	51,1	27,9	79,4	26,5	23,9
2003	9,1	15,8	45,5	95,7	16,7							
2004									1,2	139,8	112,4	34,0
2005	14,3	39,3	35,7	84,8	119,1	53,2	37,0	22,0	59,0	91,4	63,8	27,4
2006	53,7	4,8	90,8	141,3	80,5	102,9	45,1	35,7	22,8	156,3	84,0	9,5
2007	0,0	11,1	34,4	85,5	35,1	85,0	41,9	61,5	15,9	155,6	31,5	95,1
2008	4,6	22,8	36,8	74,3	152,9	90,3	64,5	79,2	36,7	77,6	124,3	80,7
2009	28,4	59,8	58,0	77,7	24,2	40,7	46,4	35,9	26,5	83,1	47,1	4,2
2010	0,3	27,1	25,8	193,1	144,3	91,6	104,1	40,8	42,9	95,6	158,7	72,8
2011	27,4	61,1	116,6	203,7	140,5	38,1	88,2	16,0	44,2	120,5	197,7	95,2
2012	45,5	55,7	98,1	152,7	48,1	41,9	81,7	61,3	23,4	137,3	65,7	64,9
2013	2,4	74,5	64,2	93,0	120,8	39,7	77,5	41,9	22,7			
<b>TOTALES</b>	<b>581,3</b>	<b>903,4</b>	<b>1474,5</b>	<b>1974,3</b>	<b>2056,3</b>	<b>1313,3</b>	<b>1268,0</b>	<b>1024,7</b>	<b>843,3</b>	<b>1799,4</b>	<b>1905,0</b>	<b>1054,6</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>23,3</b>	<b>36,1</b>	<b>59,0</b>	<b>79,0</b>	<b>82,3</b>	<b>52,5</b>	<b>50,7</b>	<b>41,0</b>	<b>33,7</b>	<b>72,0</b>	<b>76,2</b>	<b>42,2</b>

Fuente: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información Hidrometeorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores Totales Mensuales de Precipitación. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=10545>>. [Citado: 3 de Mayo de 2014].

La Tabla 4, Valores mensuales de precipitación estación Doña Juana (mm), corresponde a los datos de la estación pluviométrica 2120630 Doña Juana, que contiene los valores de precipitación mensual a partir del año 1989, y que permite, realizar los cálculos de la media aritmética para obtener los promedios de lluvia mensual.

Figura 38. Precipitación media mensual de la estación Doña Juana (mm)



Fuente: Los Autores.

Graficando los resultados obtenemos la Figura 38. Precipitación media mensual de la estación Doña Juana (mm), que nos indica que en el área de estudio, existe un comportamiento bimodal, es decir que cuenta con dos periodos lluviosos en el año, el primero corresponde a los meses de abril y mayo y el segundo es en los meses de octubre y noviembre, siendo el mes de mayo el más alto con un total de 82.3 mm mientras que enero con un total de 23.3 mm es el mes en el que menos lluvias se presentan en el año para esta estación.



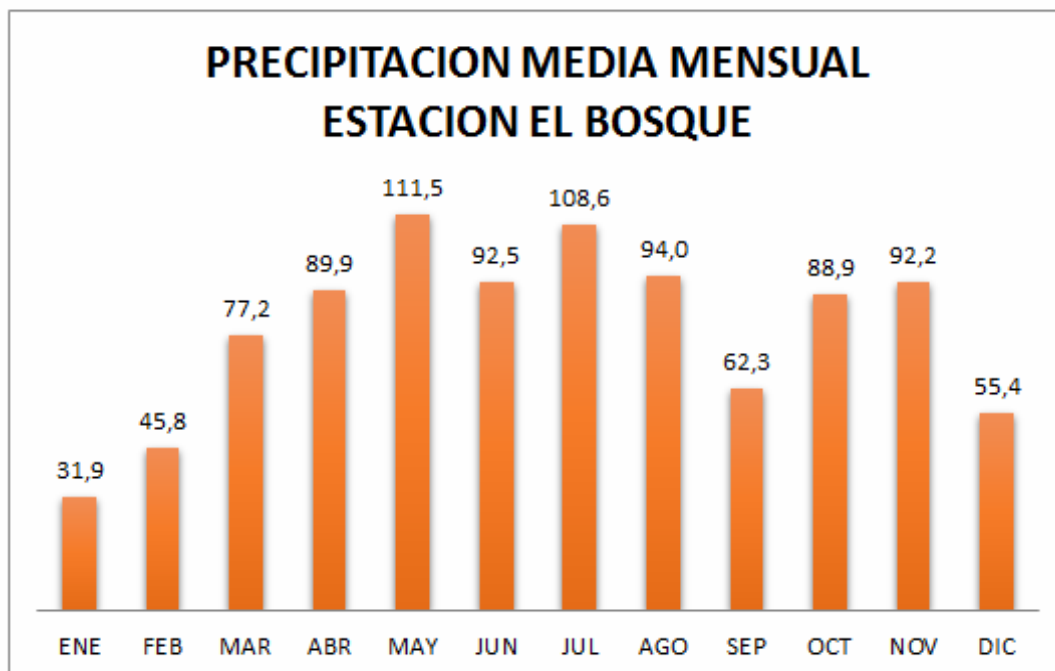
Tabla 4. Valores mensuales de precipitación estación El Bosque (mm)

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)												
ESTACIÓN : 2120085 EL BOSQUE												
Latitud	0429 N	X=N=986200	Departamento				Corriente R. TUNJUELO					
Longitud	7405 W	Y=E=995560	Municipio				Cuenca R. TUNJUELO					
Elevación	2880 m.s.n.m		Oficina Provincial									
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1989	6,1	9,0	28,8	23,9	90,1	29,3	9,4	27,1	7,2	20,2	35,8	31,8
1990	35,4	44,4	136,2	57,8	205,4	71,4	67,1	104,8	71,1	166,6	71,4	78,5
1991	21,0	26,5	92,7	139,9	134,4	112,0	260,4	208,7	68,4	45,7	133,0	53,7
1992	15,1	23,0	202,2	52,6	73,1	59,8	121,9	123,9	33,7	36,9	115,0	80,3
1993	14,1	4,4	22,4	86,3	59,2	178,0	109,6	94,4	73,0	57,5	352,3	18,5
1994	153,5	200,0	143,5	94,3	119,8	145,5	183,0	164,7	91,4	72,6	99,3	50,6
1995	29,8	38,8	13,5	38,9	75,0	151,2	80,5	86,2	66,8	34,5	27,5	66,7
1996	32,9	89,5	126,6	78,0	107,3	70,2	149,6	106,4	77,3	57,3	93,5	69,1
1997	79,6	59,7	38,8	81,0	111,4	83,9	201,8	108,1	57,9	73,0	77,5	5,0
1998	3,4	25,1	87,8	53,9	169,9	189,1	165,9	117,7	42,7	112,6	73,2	59,4
1999	52,6	3,5	38,7	141,7	103,7	119,6	83,6	85,1	97,2	190,8	169,9	69,3
2000	61,8	100,4	79,2	78,8	176,6	45,8	89,5	73,2	61,8	51,5	84,8	50,0
2001	54,0	59,6	86,5	43,0	42,5	17,4	29,2	13,3	14,3	46,9	119,7	88,8
2002	16,0	4,8	78,3	76,4	36,3	81,1	32,2	40,7	34,0	110,1	50,5	29,1
2003	3,2	8,1	41,5	51,4	85,7			329,3	310,5	296,0	198,8	154,3
2004	0,0	58,6	66,1	111,5	174,0	1,7	79,8	45,0				
2005					112,6	21,9	64,8	9,7	16,0	15,2	15,2	1,0
2006	90,2	2,8	82,1	97,8	106,8	113,3	156,9	42,3	16,2	77,2	86,0	24,2
2007	0,0	32,7	95,4	128,2	88,3	223,7	57,9	128,2	58,5	147,8	77,3	127,2
2008	47,8	55,3										
2009		38,7	56,5	96,1	52,5	113,1	147,8	87,7	66,7	106,1	40,6	28,5
2010	0,0	29,1	40,5	130,6	133,1	134,3	93,9	63,7	67,0	155,0	154,2	99,6
2011	29,3	55,9	141,0	234,5	220,2	110,8	126,1	59,2	87,4	194,8	175,0	112,3
2012	50,9	66,6	174,0	223,4	135,1	156,0	206,7	142,5	94,0	153,0	54,3	87,0
2013	1,9	108,4	57,3	126,7	174,7	83,9	196,5	87,4	44,8			
<b>TOTALES</b>	<b>798,6</b>	<b>1144,9</b>	<b>1929,6</b>	<b>2246,7</b>	<b>2787,7</b>	<b>2313,0</b>	<b>2714,1</b>	<b>2349,3</b>	<b>1557,9</b>	<b>2221,3</b>	<b>2304,8</b>	<b>1384,9</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>31,9</b>	<b>45,8</b>	<b>77,2</b>	<b>89,9</b>	<b>111,5</b>	<b>92,5</b>	<b>108,6</b>	<b>94,0</b>	<b>62,3</b>	<b>88,9</b>	<b>92,2</b>	<b>55,4</b>

Fuente CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información Hidrometeorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores Totales Mensuales de Precipitación. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=10545>>. [Citado: 3 de Mayo de 2014]. Cálculo de Valores Totales y Promedio los autores.

La Tabla 5, valores mensuales de precipitación estación El Bosque (mm), corresponde a los datos de la estación pluviométrica 2120085 El Bosque, que contiene los valores de precipitación mensual a partir del año 1989, y que permite, realizar los cálculos de la media aritmética para obtener los promedios de lluvia mensual.

Figura 39. Precipitación media mensual de la estación El Bosque (mm).



Fuente: Los Autores

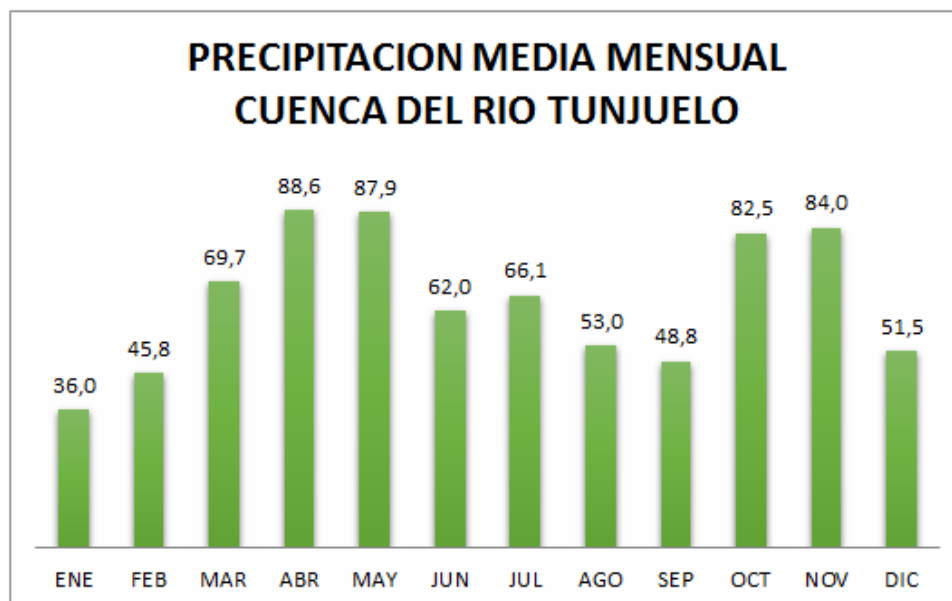
Graficando los resultados obtenemos la Figura 39. Precipitación media mensual de la estación El Bosque (mm), que nos indica que en el área de estudio, existe un comportamiento de altos periodos lluviosos en el año, siendo el mes de mayo el más alto con un total de 111.5 mm mientras que enero con un total de 31.9 mm es el mes en el que menos lluvias se presentan en el año para esta estación.

Tabla 5. Resumen Valores Mensuales de Precipitación Cuenca del Río Tunjuelo (mm).

MESES	PRECIPITACION ESTACION TORCA	PRECIPITACION ESTACION LA PICOTA	PRECIPITACION ESTACION DOÑA JUANA	PRECIPITACION ESTACION EL BOSQUE	TOTALES	PROMEDIO
ENERO	66,8	21,8	23,3	31,9	143,8	36,0
FEBRERO	68,4	32,8	36,1	45,8	183,2	45,8
MARZO	88,3	54,2	59,0	77,2	278,6	69,7
ABRIL	109,5	76,0	79,0	89,9	354,4	88,6
MAYO	97,1	60,9	82,3	111,5	351,8	87,9
JUNIO	62,1	41,0	52,5	92,5	248,2	62,0
JULIO	65,5	39,6	50,7	108,6	264,4	66,1
AGOSTO	41,7	35,3	41,0	94,0	211,9	53,0
SEPTIEMBRE	65,7	33,3	33,7	62,3	195,1	48,8
OCTUBRE	108,5	60,6	72,0	88,9	329,8	82,5
NOVIEMBRE	97,0	70,5	76,2	92,2	335,8	84,0
DICIEMBRE	62,0	46,6	42,2	55,4	206,2	51,5

Fuente: Los Autores

Figura 40. Precipitación media mensual de la cuenca del Río Tunjuelo (mm)



Fuente: Los Autores

En la Figura 40, precipitación media mensual de la cuenca del Río Tunjuelo (mm), refleja el comportamiento de las lluvias en la Cuenca del Río Tunjuelo, cuyos resultados indican que el área de ubicación del Barrio Yomasa, es una buena fuente de agua, ya que en todos los meses se presentan precipitaciones

considerables, que permiten la recolección de buenas cantidades de agua, para su posterior utilización.

En general la cuenca presenta un comportamiento bimodal, en donde el primer periodo lluvioso se presenta en los meses de abril y mayo, y el segundo periodo se encuentra entre octubre y noviembre, donde las precipitaciones superan los 80 mm en cada mes.

Para el planteamiento y diseño del sistema de recolección y reutilización de aguas lluvias del Barrio Yomasa, se tienen en cuenta los parámetros de la Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Mundial de la Salud.

Además del cálculo de la precipitación media se debe tener en cuenta el tipo de material con el que estará construida la superficie de los techos o el sistema de recolección, el número de personas que habitan la vivienda y la cantidad de agua que se demanda en la misma.

Para la determinación de la demanda, se asume una dotación por persona y se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la los habitantes de la vivienda para cada mes, usando la siguiente ecuación:

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000} \quad (\text{Ecuación 2})^{44}$$

Dónde:

$D_i$  = demanda mensual expresada en ( $m^3$ )

$Nu$  = número de habitantes de la Vivienda

$Nd$  = número de días del mes analizado

$Dot$  = dotación en (L/Habx día)

Para este caso y teniendo en cuenta los parámetros de la guía de diseño de la Organización mundial de la salud, se asume una dotación diaria por persona de 12 (lppd), teniendo en cuenta que el alcance del proyecto y el uso que se le dará al

---

<sup>44</sup> CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guía de diseño para captación del agua lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.aguasinfronterass.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>>. [Citado: 03 de Mayo de 2014].

agua lluvia que se recolecte, será para la descarga de sanitarios, lavado de pisos y riego de jardines, además según el material de los techos se usara 0.9 como coeficiente de escorrentía y la cantidad de habitantes por vivienda será de 6 personas.

Para la determinación del volumen del tanque de abastecimiento, se deben tener en cuenta las precipitaciones medias mensuales, el coeficiente de escorrentía y se realiza primero el cálculo de la cantidad de agua captada para un área de techo de 72 m<sup>2</sup>, usando la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \quad (\text{Ecuación 3})^{45}$$

Donde:

$A_i$  = Abastecimiento correspondiente al mes "i" en (m<sup>3</sup>)

$P_{pi}$  = precipitación media mensual (L/m<sup>2</sup>)

$A_c$  = área de captación (m<sup>2</sup>)

$C_e$  = Coeficiente de escorrentía para techos.

Después de obtener los valores de abastecimiento mensual y demanda mensual, se debe calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes, iniciando por el mes de mayor precipitación o de mayor oferta de agua y se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y demanda de agua.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan porque el área supuesta no es capaz de captar la cantidad de agua demandada por los interesados. El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.<sup>46</sup>

Posteriormente se calcula el Volumen del tanque de almacenamiento de acuerdo a la siguiente ecuación:

---

<sup>45</sup> *Ibíd.*

<sup>46</sup> *Ibíd.*

$$Vi = Ai - Di \quad (\text{Ecuación 4})^{47}$$

Donde:

Vi = volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”

Ai = volumen de agua que se captó en el mes “i”

Di = volumen de agua demandada para el mes “i”

Realizando los cálculos se presentan a continuación los resultados:

Tabla 6. Resultados de los cálculos de demanda, abastecimiento.

MES DE ESTUDIO	No. Dias del Mes	PRECIPITACION MENSUAL (mm)	DEMANDA MENSUAL (m³)	ABASTECIMIENTO DEL MES (m³)	VOLUMEN DEL TANQUE (m³)
ENE	31	36,0	2,232	2,3302053	0,0982053
FEB	28	45,8	2,016	2,9675457	0,9515457
MAR	31	69,7	2,232	4,5136278	2,2816278
ABR	30	88,6	2,16	5,7405213	3,5805213
MAY	31	87,9	2,232	5,6990601	3,4670601
JUN	30	62,0	2,16	4,020192	1,860192
JUL	31	66,1	2,232	4,283226	2,051226
AGO	31	53,0	2,232	3,4328232	1,2008232
SEP	30	48,8	2,16	3,1602501	1,0002501
OCT	31	82,5	2,232	5,3435133	3,1115133
NOV	30	84,0	2,16	5,4405297	3,2805297
DIC	31	51,5	2,232	3,3402024	1,1082024

Fuente: Los Autores

Como se observa en la tabla 7, Resultados de los cálculos de demanda, abastecimiento el sector donde se ubica el barrio Yomasa, refleja resultados positivos sobre la cantidad de lluvias mensuales y resulta favorable porque genera una oferta importante cada mes, que permite suplir la demandade los habitantes de la vivienda y además conservar una reserva en el tanque.

A continuación se presentan los datos acumulados, ordenando los meses de acuerdo al mes de mayor precipitación y hallando la diferencia entre el abastecimiento acumulado y la demanda acumulada, datos que al final permiten hallar el valor en m<sup>3</sup> del volumen del tanque requerido.

<sup>47</sup> Ibid.

Tabla 7. Cálculo del volumen de abastecimiento.

MES DE ESTUDIO	PRECIPITACION MENSUAL (mm)	DEMANDA MENSUAL (m³)	DEMANDA ACUMULADA (m³)	ABASTECIMIENTO DEL MES (m³)	ABASTECIMIENTO ACUMULADO(m³)	DIFERENCIA (m³)
ABR	88,6	2,16	2,16	5,7405213	5,7405213	3,58
MAY	87,9	2,232	4,392	5,6990601	11,4395814	7,05
NOV	84,0	2,16	6,552	5,4405297	16,8801111	10,33
OCT	82,5	2,232	8,784	5,3435133	22,2236244	13,44
MAR	69,7	2,232	11,016	4,5136278	26,7372522	15,72
JUL	66,1	2,232	13,248	4,283226	31,0204782	17,77
JUN	62,0	2,16	15,408	4,020192	35,0406702	19,63
AGO	53,0	2,232	17,64	3,4328232	38,4734934	20,83
DIC	51,5	2,232	19,872	3,3402024	41,8136958	21,94
SEP	48,8	2,16	22,032	3,1602501	44,9739459	22,94
FEB	45,8	2,016	24,048	2,9675457	47,9414916	23,89
ENE	36,0	2,232	26,28	2,3302053	50,2716969	23,99

Fuente: Los Autores.

En la Tabla 8. Cálculo del volumen de abastecimiento, se reflejan los datos de la diferencia entre la oferta y demanda, cuyo valor más alto corresponde a 23.89 m<sup>3</sup> de reserva.

Utilizando los resultados del valor de abastecimiento acumulado de 50.27 m<sup>3</sup> que corresponde a la oferta del año. Si se considera una reserva de 1 m<sup>3</sup> de agua, se obtiene la dotación diaria de agua para cada uno de los habitantes de la vivienda así:

$$\frac{(50.27 \text{ m}^3 - 1 \text{ m}^3) \times \left(1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}\right)}{365 \text{ días} \times 6 \text{ Hab}} = 22.49 \frac{\text{Litros}}{\text{Hab. día}}$$

Usando el nuevo dato de dotación diaria se realizan nuevamente los cálculos para obtener la demanda y oferta, que permiten determinar el volumen del tanque de almacenamiento así:

Tabla 8. Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento.

MES DE ESTUDIO	PRECIPITACION MENSUAL (mm)	DEMANDA MENSUAL (m³)	DEMANDA ACUMULADA (m³)	ABASTECIMIENTO DEL MES (m³)	ABASTECIMIENTO ACUMULADO(m³)	VOLUMEN DEL TANQUE (m³)
ABR	88,6	3,96	3,96	5,7405213	5,7405213	1,78
MAY	87,9	4,092	8,052	5,6990601	11,4395814	3,39
NOV	84,0	3,96	12,012	5,4405297	16,8801111	4,87
OCT	82,5	4,092	16,104	5,3435133	22,2236244	6,12
MAR	69,7	4,092	20,196	4,5136278	26,7372522	6,54
JUL	66,1	4,092	24,288	4,283226	31,0204782	6,73
JUN	62,0	3,96	28,248	4,020192	35,0406702	6,79
AGO	53,0	4,092	32,34	3,4328232	38,4734934	6,13
DIC	51,5	4,092	36,432	3,3402024	41,8136958	5,38
SEP	48,8	3,96	40,392	3,1602501	44,9739459	4,58
FEB	45,8	3,696	44,088	2,9675457	47,9414916	<b>3,85</b>
ENE	36,0	4,092	48,18	2,3302053	50,2716969	2,09

Fuente: Los Autores

La Tabla 9, Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento, nos permite obtener el valor del volumen del tanque de almacenamiento que será de  $3.85 \text{ m}^3 = 3.850 \text{ Litros}$ .

De acuerdo a los resultados de los cálculos que se han realizado para el conocimiento de la oferta y demanda hídrica, se puede evidenciar que el área de estudio cumple con las necesidades de las viviendas en el Barrio Yomasa, por contar con una oferta hídrica considerable, generando la viabilidad del proyecto, y la confianza para avanzar en la siguiente etapa, consistente en la proyección y propuestas de diseño del sistema de captación y reutilización de aguas lluvias en Yomasa.

## 6.1 PROPUESTAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Para las propuestas de diseño de los sistemas de recolección y reutilización de aguas lluvias, se consideraron diferentes aspectos, tanto estructurales, ambientales, y económicos de las viviendas del Barrio Yomasa y que fueron obtenidos en las visitas desarrolladas en la etapa de diagnóstico, que permiten ofrecer diferentes alternativas de solución con el ánimo de que los habitantes del Barrio Yomasa puedan aprovecharlas y ponerlas en marcha.

Se presentan dos opciones de diseño, el primero corresponde a un diseño que permita implementar el sistema a corto plazo, donde se propone un sistema que funcione por gravedad, y el segundo corresponde a la implementación de un sistema a largo plazo que consiste en un sistema que funcione a través de una bomba, para el suministro del agua lluvia al interior de las viviendas.



Se plantean las dos opciones, pensando en que el sistema por gravedad es más económico que el sistema que trabaja a través de la bomba, y pensando en la comodidad de los habitantes del Barrio Yomasa, se generan los dos diseños, que podrán ser implementados tanto en las viviendas de un piso, así como en las de dos o más pisos.

- Sistemas de corto plazo y funcionamiento por gravedad viviendas de dos o más niveles:

Figura 41. Plano de diseño por gravedad para dos o más niveles.

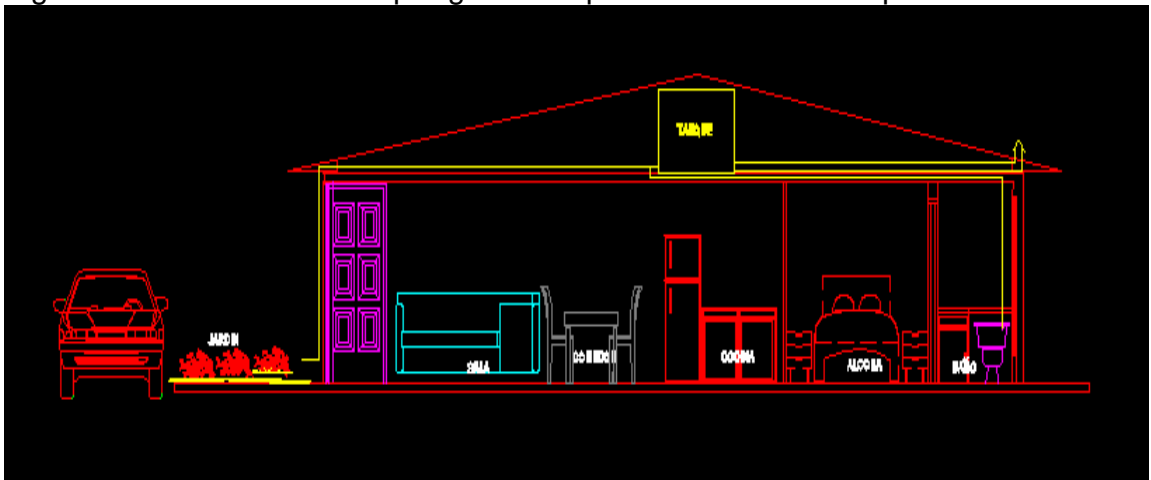


Fuente: Los Autores

En la figura 41, plano de diseño por gravedad para dos o más niveles, se proyectan los diseños del sistema propuesto para las viviendas de dos o más niveles y que funcionan por gravedad, lo que permite que los costos sean menores en su implementación y se garantice el abastecimiento al total de la vivienda, donde se puede aprovechar el agua lluvia para las descargas en los sanitarios, el lavado de pisos o aseo en general, el riego de plantas y jardines, así como cualquier otro uso en el que no se requiera del uso de agua potable.

- Sistemas de corto plazo y funcionamiento por gravedad viviendas de un nivel:

Figura 42. Plano de diseño por gravedad para viviendas de un piso.



Fuente: Los Autores.

En la Figura 42, Plano de diseño por gravedad para viviendas de un piso, se proyectan los diseños por gravedad, para las viviendas de un piso, ya que en las visitas realizadas a la zona de estudio, se evidencio que hay una cantidad importante de este tipo de viviendas, y que también pueden beneficiarse por la implementación del sistema de captación y aprovechamiento de aguas lluvias.

Figura 43. Elementos del sistema por gravedad para viviendas de un piso.



Fuente: Los Autores

En la figura 43, Elementos del sistema por gravedad para viviendas de u piso, se ilustra los elementos que componen la propuesta de diseño del sistema por

gravedad que básicamente e independiente de la cantidad de pisos que tenga la vivienda, se compone de los siguientes elementos:<sup>48</sup>

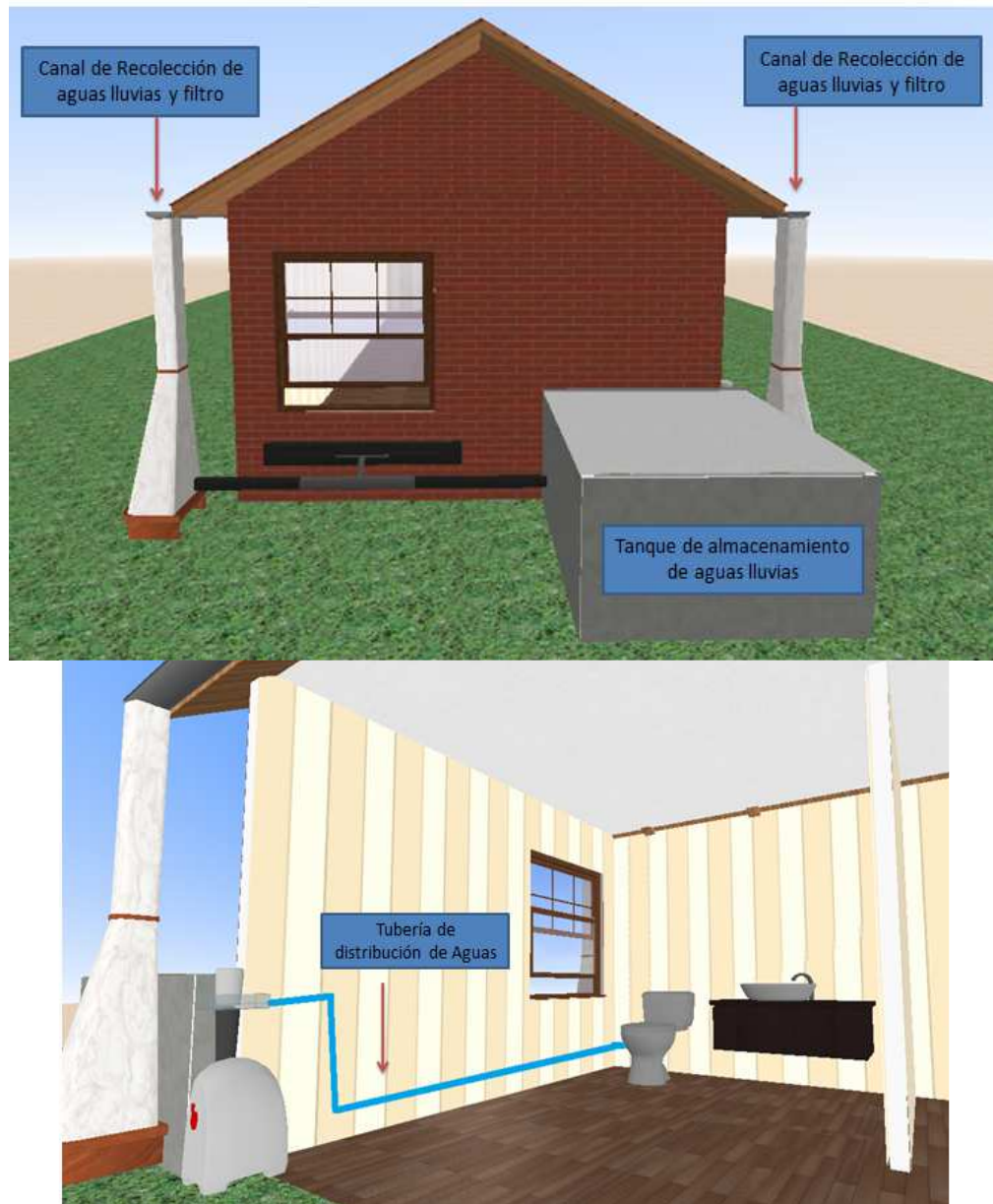
- Cubierta: la cubierta es el elemento más importante del sistema de recolección de aguas lluvias. Se debe mantener limpio. Libre de hojas o suciedad, para garantizar que el agua que se recoja sea de buena calidad.
- Canales: las canales o canaletas son los elementos que se instalan en la parte donde termina la cubierta, para captar el agua que escurre y conducirla al lugar de almacenamiento. Igual que la cubierta, las canaletas deben conservarse limpias y sin impedimentos al desplazamiento de la escorrentía.
- Filtro: el filtro es de gran utilidad para el sistema, porque en las captaciones de agua de la superficie de la cubierta, siempre existe presencia de impurezas en la escorrentía. Este filtro se ubica en la salida de los elementos de captación hacia el tanque de almacenamiento.
- Tanque de almacenamiento: el tanque de almacenamiento es el elemento que permite mantener el volumen de agua necesario para la dotación de las viviendas. Es importante que se ubique lo más próximo a la vivienda y lo más alejado de las áreas de contaminación.
- Tubería de Distribución: esta tubería debe ir conectada al tanque de almacenamiento y es la encargada de distribuir el agua lluvia al interior de la vivienda.

---

<sup>48</sup> FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia [En Línea]. Disponible en Internet: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/captacion\\_agua\\_de\\_lluvia.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/captacion_agua_de_lluvia.pdf). [Citado: 3 de Mayo de 2014].

- Sistemas de largo plazo y a través de bomba.

Figura 44. Elementos del sistema de largo plazo.



Fuente: Los Autores

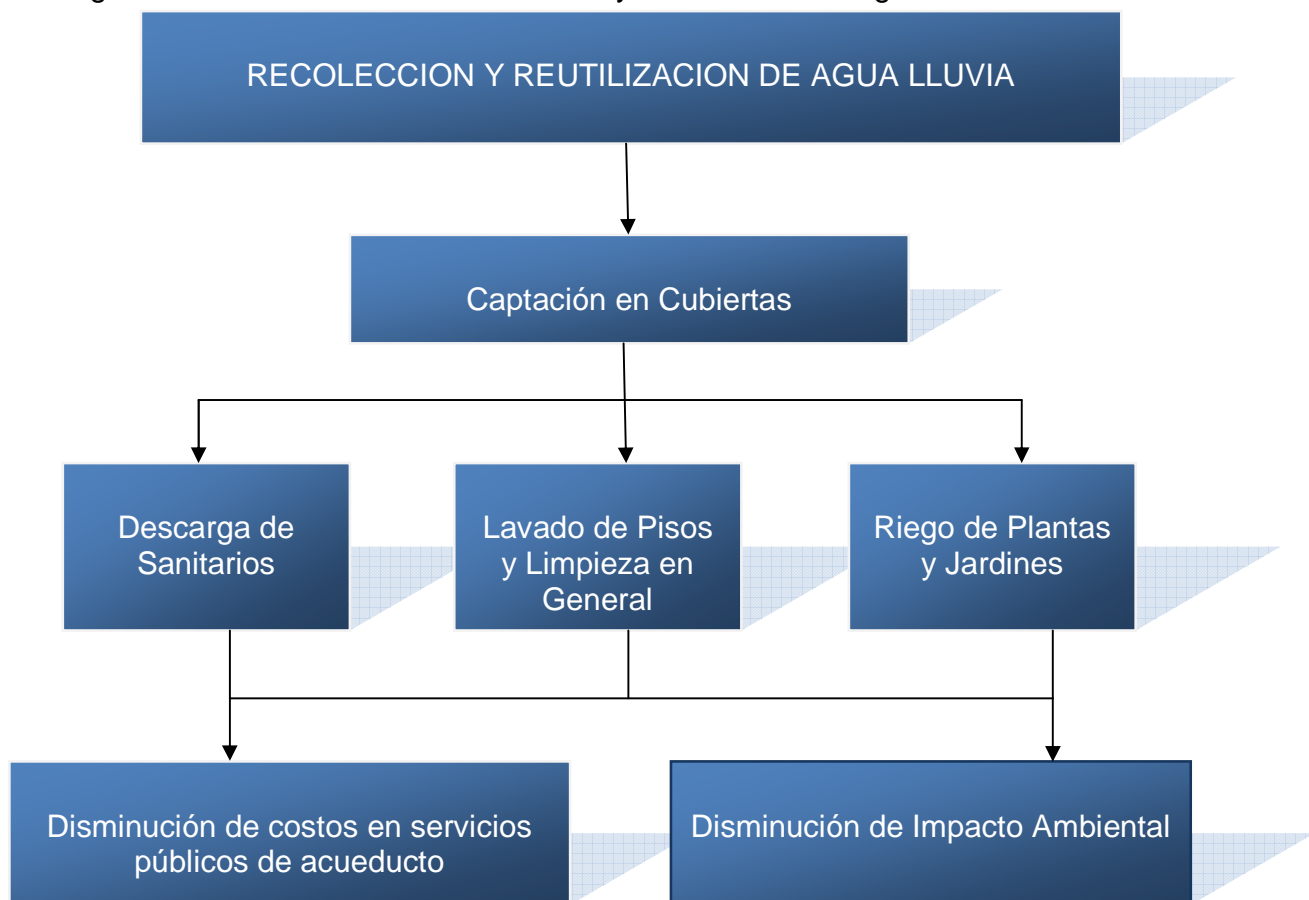
En la Figura 44, Elementos del sistema de largo plazo, se presenta la propuesta de diseño del sistema de captación y reutilización de agua lluvia, que se plantea a largo plazo, porque su implementación requiere de una inversión mayor por parte de los habitantes del barrio Yomasa, pero que si se realiza permite que el tanque de almacenamiento se pueda ubicar a nivel de suelo y se pueda captar una mayor

cantidad de agua que permita que la vivienda siempre tenga una reserva y se garantice la dotación de tiempo completo. Cuenta con los mismos elementos del sistema por gravedad, pero como elemento adicional cuenta con una bomba que se encarga de la distribución del agua lluvia almacenada en el tanque, al interior de la vivienda.

Con estas propuestas de diseño, se busca que la totalidad de la comunidad del barrio Yomasa se interese y se decida por la opción que más se ajuste a sus condiciones económicas, pero que de una o de otra forma, pueda implementarse el sistema de captación y poder sacar el mayor provecho posible.

Para cualquiera de las propuestas de diseño y como parte esencial del sistema de recolección y reutilización de aguas lluvias, se diseña con el propósito de que el uso y aprovechamiento que se le dará al agua lluvia, sea la descarga de sanitarios, riego de jardines, aseo en general, lavado de pisos, generando los beneficios que se ilustran a continuación.

Figura 45. Beneficios de la recolección y reutilización de agua lluvia.



Fuente: Autores.

## 7. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico de las viviendas del Barrio Yomasa, apoyados de consultas bibliográficas de entidades públicas de la ciudad de Bogotá, así como la realización de la Visita al Barrio Yomasa, donde se pudo obtener la información necesaria, que permitió precisar, que las viviendas son aptas para la implementación del sistema de recolección y reutilización de agua lluvia.
- Se realizó un estado del arte, para conocer cómo en Colombia y en el mundo, se recolecta y reutiliza el agua, así como conocer diferentes edificaciones que cuentan con certificación LEED, que permitió tomar algunas de esas ideas y diseños, para la realización de las propuestas de diseño que se exponen en el presente proyecto.
- Se realizó un estudio hidrológico, así como los cálculos de demanda, abastecimiento, oferta y volumen del tanque de almacenamiento, necesarios para generar las propuestas de diseño de sistemas de recolección y reutilización de aguas lluvias, que mejor se ajusten a las estructuras de las viviendas y a los bolsillos de los habitantes del Barrio Yomasa.
- En las construcciones actuales del Barrio Yomasa, es viable implementar un sistema de captación de agua lluvia debido al ahorro que beneficiaría a sus habitantes.
- Es importante generar conciencia ecológica, y fomentar el ahorro de agua, ya que este es un recurso que si no se cuida y se reserva, llegará a escasear en un futuro y nuestras próximas generaciones serán las afectadas, por lo tanto hace falta más compromiso de la comunidad.
- La comunidad requiere de información de cómo reciclar el agua, por lo tanto es aconsejable que se dicten talleres donde se enseñen las formas de recolectar y reutilizar el agua lluvia, así como la forma de cuidar el medio ambiente y la posibilidad que desde sus hogares se minimice el impacto ambiental.
- Falta más compromiso de las empresas públicas de prestar el servicio de agua potable a algunos habitantes del Barrio Yomasa los cuales no cuentan con este.
- Se espera que con este proyecto de sistemas de recolección y reutilización de aguas lluvias, la comunidad se interese y se realicen los estudios técnicos detallados, tanto de las estructuras de las viviendas, como de los sistemas de captación y reutilización de agua, para que en el futuro se implementen y los habitantes del barrio Yomasa puedan beneficiarse, tanto económica como ambientalmente.



- Además con este sistema se espera que los demás habitantes de comunidades aledañas tomen la iniciativa de implementar y ajustar a sus viviendas a este tipo de sistemas de reutilización de agua lluvia.
- Con los cálculos que se realizaron, se demostró que la oferta hídrica cubre la demanda de la vivienda y además se cuenta con una reserva en el tanque de almacenamiento, garantizando la dotación al interior de la vivienda.
- Se espera que la comunidad tome conciencia de que el agua es un recurso natural el cual se está agotando y que es compromiso de todos cuidarlo y darle buen uso.

## BIBLIOGRAFÍA

ACUEDUCTO, AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. Rio Tunjuelo. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN\\_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE\\_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN_cyMXA09HV1cLM2MTJ5MgE_2CbEdFAO5fkgY!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20O72D0IAEE8634B4N0_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecprincipal/cambientalriotunjuelonew)>. [Citado: 20 Abril de 2014].

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Local con Participación Social 2009-2010. Localidad de Usme. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Diagnosticos%20Locales/05-USME.pdf>>. [Citado: 20 Abril de 2014].

----- Ley 388 de 1997. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339#FichaDocumento>>. [Citado: 15 de enero de 2014].

ALTZINTZIN – COMPUTO AZTECA. BLOG. El Secreto de los Andes (3). La Fuente de la Vida. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010\\_06\\_01\\_archive.html](http://nepohualtintzin.blogspot.com/2010_06_01_archive.html)>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

ARROYAVE, Joan. [et al.]. Evaluación económica de la captación de agua lluvia como fuente alternativa de recurso hídrico en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000100007&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000100007&lang=pt)>. [Citado: 31 de enero de 2014].

BAY BAYONA Y ASOCIADOS. La nueva sede de la farmacéutica novartis, es la primera edificación colombiana en recibir la certificación internacional LEED. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.bay.com.co/2010/08/la-nueva-sede-de-la-farmaceutica-novartis-es-la-primera-edificacion-colombiana-en-recibir-certificacion-internacional-leed/>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

BB AGUA. Filtro Sedimentos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.bbagua.com/filtro-sedimentos/>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guía de diseño para captación del agua lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.aguasinfronteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>>. [Citado: 03 de Mayo de 2014].

COLEGIO ROCHESTER. Leed, Primer Colegio Leed Gold en Latinoamérica. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.rochester.edu.co/index.php/campus/leed>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS). Estudios de Caso. Centro de distribución Ecobranch AVON. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cccs.org.co/estudios-de-caso/proyectos/342-centro-de-distribucion-ecobranch-avon>> [Citado: 15 de Abril de 2014].

CONSTRUDATA. Edificio Novartis en Bogotá obtiene certificación LEED. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: [www.construdata.com/BancoConocimiento/E/edificionovartis\\_leed2010/edificionovartis\\_leed2010.asp](http://www.construdata.com/BancoConocimiento/E/edificionovartis_leed2010/edificionovartis_leed2010.asp)>. [Citado: 15 de enero de 2014].

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información Hidrometeorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores Totales Mensuales de Precipitación. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=10545>>. [Citado: 3 de Mayo de 2014].

DÍAS DEL FUTURO PASADO. El Sistema de riego aflaj en Oman. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.futuropasado.com/?p=474>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

EL TIEMPO.COM. Una muestra de algunas construcciones certificadas por su aporte al desarrollo sostenible. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria\\_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible\\_13637219-5/](http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria_fotos/colombia9/una-muestra-de-algunas-construcciones-certificadas-por-su-aporte-al-desarrollo-sostenible_13637219-5/)>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

ENCICLOPEDIA LIBRE WIKIPEDIA. Bancolombia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bancolombia>>. [Citado: 15 de Abril de 2014].

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/captacion\\_agua\\_de\\_lluvia.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/captacion_agua_de_lluvia.pdf)>. [Citado: 3 de Mayo de 2014].

FUNDACIÓN PROCLADEE. Sistema recogida agua lluvia en Majagual y los Atajos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fundacionprocladee.org/proyectos/ecuador/sistema-recogida-agua-lluvia-majagual-y-atajos>>. [Citado: 23 de Abril de 2014].

GARCÍA VELÁZQUEZ, Jesús Hiram. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la C.D de México. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.irrimexico.org/wp-content/uploads/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

GRUPO BANCOLOMBIA. Eficiencia energética y construcción sostenible edificio dirección general. [En Línea] Disponible en Internet: <URL: [http://www.upme.gov.co/Eventos/URE\\_2011/Franco\\_Piza\\_Edificio\\_Bancolombia.pdf](http://www.upme.gov.co/Eventos/URE_2011/Franco_Piza_Edificio_Bancolombia.pdf)>. [Citado: 6 de Febrero de 2014].

H2O POINT. Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.h2opoint.com/lluvia.php>> [Citado: 04 de Marzo de 2014].

HOSPITAL DE USME, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Local de Salud con participación Social 2009 – 2010. Localidad de Usme. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/DX%20USME.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

HOSPITAL DE USME. Informe de Unidad de Análisis: Etapa de ciclo vital adolescencia y Juventud, direccionamiento de acciones para la construcción del pic marzo 09 de 2012. Vigilancia en salud pública – ASIS – Análisis de la Situación en Salud. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.eseusme.gov.co/phocadownload/UnidadesDeAnalisis/Marzo2012/Marzo%20-%20ECV%20Adolescencia%20y%20Juventud.pdf>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

LAÍN, Santiago, [et al]. Determinación del Tiempo de Mezcla en un Tanque de Almacenamiento para agua Potable Mediante Dinámico de Fluidos Computacional –CFD. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242011000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242011000200006&lng=es&nrm=iso)>. [Citado: 15 de enero de 2014].

LEOZ GARCÍA, Vanesa. Recolección de aguas lluvias. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDstic/2011/DICE115-CartillaEncuesMultipropos-2011.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

MIRNA DE LIMA, Medeiros [et al.]. Adopción de la Certificación LEED en medios de Hospedaje: ¿Enverdecando la Hotelería? [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75902012000200005&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902012000200005&lang=es)> [Citado: 13 de Febrero del 2014]

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA REGIONAL DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guía de Diseño para la Captación del Agua Lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.aguasinfronteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

OSUNA VARGAS, Marco Andrés. Revistas del Agua. PVC Genfor S.A. Avanzando hacia el desarrollo sostenible reutilización del agua lluvia. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.genfor.com/index.php/genfor-menu/revistas-del-agua/revista-del-agua-1/item/130-avanzando-hacia-el-desarrollo-sostenible-reutilizacion-del-agua-lluvia>>. [Citado: 02 de Mayo de 2014].

PLANTILLA TRAVEL. Imágenes de Plantilla de Ardenst Tecnología Blogger. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://paseandolasmaletas.blogspot.com/2013/02/libia-2009-cirene.html>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

PLAXBURG. Tanques. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.plaxburg.com/?p=tanques>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

PRENSA.COM ¿Cómo cosechar agua lluvia? [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2010/08/21/hoy/vivir/2304336.asp>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014]

SÁNCHEZ, Javier. Precipitación. Concepto. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://clima.dicym.uson.mx/paglabhidra/ARCHIVOS/DENNIS/PRECIPITACIONES.pdf>>. [Citado: 23 de Abril de 2014].

SECRETARIA DE PLANEACIÓN, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Boletín No. 32. Principales resultados de la primera encuesta multipropósito para Bogotá 2011. Bogotá, ciudad de Estadísticas. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE115-CartillaEncuesMultipropos-2011.pdf>>. [Citado: 22 de Abril de 2014].

SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Diagnóstico Localidad de Usme, Sector Hábitat. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=568&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=568&Itemid=76)>. [Citado: 22 de Abril de 2014]

SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE COLOMBIA (SIAC). [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:

<https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=813&conID=1344>>.  
[Citado: 04 de Marzo de 2014].

SISTEMAS INDUSTRIALES DE EQUIPO DE BOMBEO. Galería Imágenes de Equipos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sideb.com.mx/pagina/galeria-imagenes-equipos-de-bombeco/>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

SODIMAC COLOMBIA. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.hagaloustedmismo.cl/component/hum/proyecto/30/techos-bajadas-y-canales/202/icomos-escoger-canaletas-y-bajadas-de-agua-lluvia.html>> . [Citado: 04 de Marzo de 2014].

SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL y CONSEJO CONSTRUCCIÓN VERDE ESPAÑA. [En Línea]. Sistemas de Clasificación Disponible en Internet: <URL: <http://www.spaingbc.org/sistemas-clasificacion.php>>. [Citado: 15 de enero de 2014].

TEJAS COBERT URALITA. Tejas. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.tejascobert.com/productos/tejas>>. [Citado: 04 de Marzo de 2014].

TELAM. Buscan que edificios deban reutilizar el agua de lluvia. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <https://ve.noticias.yahoo.com/buscan-edificios-deban-reutilizar-agua-lluvia-161400412.html>>. [Consultado: 23 de Abril de 2014].

TERRANUM. Novartis Colombia. Certificación Leed. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.terranum.com/noticia/noticia/154-nueve-edificios-corporativos-tienen-la-certificacion-leed>>. [Citado: 6 de Febrero de 2014].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE ORINOQUIA. Cultivando nuestra localidad. Aspectos generales, localización y extensión. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://ausmeunal.appspot.com/localizacion/>> [Citado: 20 Abril de 2014].