

SISTEMA MODULAR DE CAPTACIÓN Y FILTRADO DE AGUAS LLUVIAS
“PRÓTESIS BIOCLIMÁTICAS” PARA VIVIENDAS RESIDENCIALES

ALVARO FABIAN RAMIREZ MARCELO



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE ARQUITECTURA

BOGOTÁ DC

FECHA DE PRESENTACIÓN

04-12-2020

**SISTEMA MODULAR DE CAPTACIÓN Y FILTRADO DE AGUAS LLUVIAS
“PRÓTESIS BIOCLIMÁTICAS” PARA VIVIENDAS RESIDENCIALES**

ALVARO FABIAN RAMIREZ MARCELO

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de arquitecto

Director proyecto de grado

Arq. Yuber Alberto Nope Bernal



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Universidad La Gran Colombia

Facultad arquitectura

proyecto temático de grado

Bogotá

NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Director Trabajo de Grado

Firma Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá D.C Noviembre 2020

TABLA DE CONTENIDO

Abstract	11
Introducción	12
CAPÍTULO I. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Pregunta de investigación	5
1.3. Justificación	6
1.4. Hipótesis	8
1.5. Objetivo general	9
1.6. Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II. MARCOS DE REFERENCIA Y ESTADO DEL ARTE	11
2.1. Estado del arte.....	11
2.1. 1. Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá.	11
2.1.2. El concepto de prótesis para la rehabilitación de vivienda social.....	14
2.1.3. Consumo de agua potable – usos en las ciudades.....	15
2.1.4. Guía de lineamientos sostenibles para el ámbito Urbano.....	16
2.2. Marco teórico	18
2.2.1.1. ¿qué es la captación de agua de lluvia?.....	18
2.2.2. Gestión integral del recurso hídrico(GIRH)	19
2.2.3. El factor humano.....	19

2.2.4. Uso que se le pretende dar al agua de lluvia captada.....	20
2.3. Marco conceptual	21
2.3.1. EL AGUA	21
2.3.2. Precipitación.....	22
2.3.3. Coeficiente de escorrentía	23
2.3.4. El clima	23
2.3.5. Pérdidas de agua	24
2.3.6. Recirculación.....	24
2.3.7. Uso eficiente y ahorro del agua	25
2.3.8. Cubiertas Estereas.....	25
2.4. Marco Histórico.....	27
2.5. Marco Contextual	29
2.6. Marco Jurídico.....	36
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	40
3.1. Aspectos metodológicos	40
3.1.1. Enfoque o la técnica de la investigación:	40
3.2. Tipo de investigación:.....	41
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
4.1. Análisis y discusión de resultados	42
4.2. Recolección de datos	42

4.2.1. Caracterización de los datos de la vivienda Villas de Granada	42
4.2.2. Inicio del proceso de diseño en dos dimensiones	42
4.2.3. Proceso de diseño digital y estandarización de los módulos.	43
4.2.4. Justificación estructural del sistema sobre la malla estérea.....	44
4.2.5 Consolidación de los módulos recolectores y no recolectores.	46
4.3. Conclusiones Capitulo IV	53
10. Bibliografía.....	55
11. Anexos.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1 Inversión PMVAP año 2014 por localidad.....	11
Tabla 2 Precio de fabricación de las piezas del sistema de recolección de agua lluvia.....	50
Tabla 3 Análisis de cantidades y valor en la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias para 6 viviendas en el barrio Villas de Granada.....	51
Tabla 4 Tabla de resultados de los valores generados del presupuesto, respecto a la recuperación del dinero por el agua recuperada	53

Lista de Figuras

Figura 1 Comportamiento del consumo promedio estratos 1 y 2 en las ciudades analizadas. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS.....	13
Figura 2 Uso estándar de los aparatos sanitarios estrategias de ahorro de agua potable	15
Figura 3 Línea de tiempo desde el año 1998 hasta el 2010.....	27
Figura 4 Clasificación de la zona de trabajo por áreas de estudio y por escalas	29
Figura 5 Clasificación de los estratos socioeconómicos por número de vivienda y por localidades año 2010.....	30
Figura 6. Estructura Ecológica principal del Área Urbana de Bogotá, análisis a escala Macro .	31
Figura 7 Consumos de agua potable en edificaciones residenciales en Bogotá. Consumo por persona por día por UPZ 2018.....	32
Figura 8 Consumo por persona por día por UPZ sector 56352018 en el año 2018.....	33
Figura 9 Consumo por persona por día por UPZ sector 56352018 en el año 2018.....	34
Figura 10 Análisis de fachada manzana de intervención Numero 3, irregularidad en cubierta en tamaño y forma.	35
Figura 11 Categorización de Supermanzanas y manzanas del barrio Villas de Granada	36
Figura 12 Selección Zona de intervención Barrio Villas de Granada, manzana con agrupación de vivienda de 6 unidades pareadas.....	42
Figura 13 Aplicación de estrategias de recolección de aguas lluvias de manera conceptual sobre las viviendas a intervenir.	43
Figura 14. Modulación de elementos recolectores de agua lluvia a partir de las figuras geométricas básicas.....	44

Figura 15 Concepto estructural de modulo a partir del tetraedro bajo concepto de Cubiertas

Esteras.....45

Figura 16 Módulo Recolector explotado.....46

Figura 17 Esquema de Módulo Recolector y No Recolector47

Figura 18 Malla de diseño de las diferentes capas del sistema de recolección de agua lluvia....48

Figura 19 Resultado de la representación en maqueta de sistema de recolección de aguas lluvia
.....49

Resumen

La pandemia provocada por el Covid 19 ha permitido que profesionales, académicos y altruistas, actuando desde su campo específico de acción, replanteen algunos temas con el objetivo de mejorar u optimizar resultados ante los imprevistos. Precisamente con el mismo enfoque, esta investigación es fruto de un esfuerzo académico, apoyado en el análisis de la localidad de Engativá en su Unidad de Planeamiento Zonal número 73 Garcés navas, dentro del rango de intervención inicial del Barrio La Perla y su vecino inmediato el Barrio Villas de Granada. Para el cometido académico, se indagó y a su vez, se generaron estrategias encaminadas al buen manejo del agua lluvia, desde el punto de vista de captación, almacenamiento y disposición del líquido. Así mismo, se proyectó un sistema que busca suplir todas variables mencionadas a la vez, encaminada a ver cada parte de manera individual para entender la complejidad de cada aspecto, antes de pensar en la universalidad. Al final, se realiza una cuantificación técnica de los componentes y materiales necesarios en las proyecciones del sistema resultante.

Palabras claves: estrategias bioclimáticas, prótesis bioclimáticas, eficiencia hídrica, vivienda popular, adaptación.

Abstract

The pandemic caused by Covid 19 has allowed professionals, academics and altruists, acting from their specific field of action, to rethink some issues with the aim of improving or optimizing results in the face of unforeseen events. With precisely the same approach, this research is the result of an academic effort, supported by the analysis of the town of Engativá in its Zonal Planning Unit number 73 Garcés navas, within the range of initial intervention of Barrio La Perla and its immediate neighbor the Granada Villas neighborhood. For the academic purpose, it was investigated and, in turn, strategies aimed at the proper management of rainwater were generated, from the point of view of capture, storage and disposal of the liquid. Likewise, a system was designed that seeks to supply all the variables mentioned at the same time, aimed at seeing each part individually to understand the complexity of each aspect, before thinking about universality. At the end, a technical quantification of the components and materials required in the projections of the resulting system is carried out.

Keywords: Bioclimatic strategies, bioclimatic prostheses, water efficiency, popular housing, adaptation.

Introducción

Colombia, se caracteriza por ser uno de los países más ricos en el mundo a nivel hídrico (Instituto Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2019), y en un sentido lógico, esa riqueza debería salvaguardarse, especialmente en tiempos en los que se habla de sostenibilidad y cuidado al medio ambiente, a raíz de la problemática global medioambiental, la escasez de recursos naturales y el abuso por parte de los seres humanos por la extracción de materias primas de la naturaleza.

Pero ello no es todo, porque aunado al nada alentador panorama medioambiental, está el problema social, que surge en los diferentes entes territoriales del país y específicamente para el estudio, en la capital colombiana. Esto es bastante evidente cuando se enfoca el lente hacia las viviendas residenciales y se hace notoria la necesidad de acción para mejorar los sistemas de utilización del agua, por medio de intervenciones que se sobreponen no solo a las viviendas si no al modo cotidiano de habitar, insuficientemente amigable para el medio ambiente.

Además, puede juzgar el lector que, situándose en el trópico, en un clima en donde el sol y la lluvia juegan un papel crucial en el modo de habitar de las personas, es prescindible tener en cuenta las grandes cantidades de líquido que caen sobre el suelo, pues, como lo indica el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007) en el estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo: “La ciudad de Bogotá, presenta dos períodos de más lluvias durante el año, el que popularmente se denomina “invierno”, y dos períodos de menos lluvias que llamamos verano” (p. 27).

De lo anterior, se infiere la gran influencia del líquido que cae en la ciudad, haciendo posible su captación, para entre otras cosas, mejorar las viviendas. Sencillamente porque, un buen aprovechamiento del líquido en vísperas de una buena disposición del agua pluvial,

refuerza el concepto de realizar prótesis bioclimáticas, para que, de manera post constructiva se pueda diseñar un sistema que se adapte a la vivienda.

No obstante, debe considerarse que el contexto colombiano actual, emplea el reciclaje o buen almacenamiento del agua con un carácter preventivo. Los tanques de almacenamiento del líquido como reserva en caso de su suspensión temporal, no se caracterizan precisamente por tener un concepto amigable con el medio ambiente. Por ello se hace plausible generar no solo un sistema que beneficie a las viviendas y aporte al bienestar de conciencia de los habitantes de la ciudad de Bogotá, sino que además promueva el cambio en la manera de pensar respecto al buen uso del agua lluvia.

Finalmente, el sistema constructivo de las viviendas, adquiere gran importancia gracias a la capacidad portante de las mismas, respecto al almacenamiento del líquido en la parte superior de las viviendas. Además, porque son barrios residenciales que requieren una interacción directa con los residentes del sector a intervenir.

Figura 1. Esquema de investigación



Nota El documento fue obtenido a través del tutor. En la figura 1 está estructurado el esquema de la investigación. Tomado de Universidad del Bío Bío. (2019). Evaluación Energética de centros de salud pública primaria para morfologías arquitectónicas y sustentables.

CAPÍTULO I. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El alto consumo de agua en las viviendas de los barrios residenciales, se convierte en el punto de partida para mitigar su desperdicio, entendiendo la magnitud de procesos y medidas que, actualmente, buscan la reducción en el consumo de agua potable, para actividades como el lavado de ropa o servicios sanitarios dentro de la vivienda, apuntando al final, a un manejo óptimo del líquido.

Colombia, es un país que fácilmente puede caracterizarse porque: i) está rodeado por una red de cordilleras muy amplia; ii) está situado en el trópico; iii) está sujeto de manera directa a dos estaciones predominantes a lo largo del año, invierno y verano, marcadas ya sea por la lluvia en grandes proporciones en el invierno y la reducción o en su defecto, ausencia del líquido en el verano, y; iv) cuenta con diferentes climas y microclimas que se alzan por todo el país en sus diferentes alturas. Así pues, teniendo en cuenta la abundancia del agua, puede entenderse que existe una gran cantidad del recurso para recolectar y tratar de la mejor manera, en búsqueda de un aporte que mejore, tanto la calidad de la vida de las personas, como el impacto ambiental sobre el planeta.

Por medio de esta propuesta, se busca generar medidas que fortalezcan el campo de actuación de los decretos hacia la concepción de las viviendas, cambiando el carácter ambiental y ecológico como requisito constructivo en las viviendas residenciales. Requisitos que deben de ser accesibles y económicos, pensando en un rango de acción amplio, sobre viviendas ya construidas con dinámicas familiares y sociales previamente establecidas.

La integración de la comunidad se convierte entonces, en un punto que busca la divulgación y aplicación de las diferentes opciones de recolección de líquido por medio de la cubierta, y de su sistema de captación y filtración de agua lluvia, en donde el transporte por medio de tuberías hacia los elementos de almacenamientos distribuidos en zonas de la vivienda, no impactan la calidad espacial.

Y como punto soporte para fortalecer la idea, se tiene el presunto aumento del consumo por el incremento de la permanencia de las personas en sus hogares, a raíz de la problemática surgida por el Covid 19, lo cual hace que la investigación sirva como un amplio espectro que retrata una dinámica actual dentro de la obtención, consumo y pago del servicio público.

1.2. Pregunta de investigación

¿Cómo se puede optimizar la arquitectura de las viviendas residenciales para tener una mejor captación y almacenamiento del agua lluvia?

1.3. Justificación

El aprovechamiento de aguas lluvias en ciudades latinoamericanas y en tiempos de cambio climático, calentamiento global, mal manejo de recursos hídricos, contaminación de afluentes hídricos, entre muchas otras variables que han venido socavando con la estabilidad ambiental, han reforzado la necesidad de encontrar soluciones prácticas que ayuden en la recolección, almacenamiento y distribución de agua pluvial en la ciudad de Bogotá, haciendo énfasis en viviendas de barrios residenciales o barrios de carácter humilde.

Teniendo en cuenta los altos niveles de precipitación que hay en el país, puede entenderse de manera rápida el gran potencial que existe a la hora de aprovechar el recurso hídrico. En esa medida, se pretende estimular a la acción tanto al sector público como al privado, haciendo énfasis en la integración participativa dentro de las diferentes comunidades, marcando la pauta en los sectores más necesitados.

Actualmente, existen varios documentos en donde se estipula la propuesta para la construcción colectiva de una cultura del agua y para el proyecto, se pretende tener como el eje estructural que permitirá avanzar en este esfuerzo académico. Dado que, si se genera un documento claro y conciso sobre la importancia y los mecanismos del manejo de agua pluvial, puede generarse el cambio en la manera de pensar y, por ende, en la manera de actuar.

Tomando herramientas de integración participativa y haciendo uso del análisis de la población, puede estructurarse el área de estudio delimitando los focos de actuación dentro de la ciudad de Bogotá, sin dejar de lado el potencial que se genera para la aplicación de propuestas de intervención en el resto del país, teniendo en cuenta la aplicación de políticas y leyes ya

estructuradas que con el paso del tiempo han quedado rezagadas como normas sin aplicación real.

Este es un punto de partida para el aprendizaje y para la acción participativa, en donde puede educarse y concientizar a una comunidad específica, respecto de los alcances que pueden tener como grupo a la hora de retener agua lluvia, distribuirla y reutilizarla. Es hora de pensar no como individuos o familias aisladas, es momento de integrar fuerzas, ideas e iniciativas que favorezcan a la humanidad pero que también aporten al ambiente.

1.4. Hipótesis

Por medio de la captación, almacenamiento y distribución correcta del agua lluvia en viviendas de barrios residenciales, puede reducirse el costo del servicio del agua. Con este fin, se recibirá el líquido en la cubierta de las viviendas (que sean aptas para la modificación), drenando a puntos específicos que lleguen a la zona de acopio del agua lluvia, con sensores a modo cisterna que cierren la válvula de captación del líquido y permitan su paso para el aprovechamiento del mismo.

El agua lluvia a niveles intensos puede llegar a saturar la capacidad de almacenamiento y captación del líquido, previendo una sobre carga en el sistema de almacenamiento o rebose del mismo, realizar la estructuración del sistema para el cierre en su almacenamiento y permita la circulación del agua hacia el sistema de alcantarillado en combinación con un sistema que permita el descarte del agua inicial que cae ya que esta puede estar cargada de polución u hojas.

Factores a los que se enfrentan los enfoques en las viviendas populares, como la calidad en los materiales, el método constructivo, la calidad en los procesos constructivos y el uso en general que se les da a las viviendas, están involucrados con la actuación local que se le dé al proceso constructivo, ya que el sitio de intervención está ligado a un sistema de adquisición de materiales y mano de obra.

1.5.Objetivo general

Desarrollar estrategias proyectuales para la recolección, almacenamiento y distribución de agua lluvia “prótesis hídricas”, tomando como sustento las proyecciones sobre el Barrio La Perla y su entorno inmediato (Barrio Villas de Granada)

1.6. Objetivos Específicos

1- EVALUAR condiciones arquitectónicas y constructivas de la vivienda residencial, para entender el comportamiento y las falencias de las viviendas en torno al uso del agua potable y agua lluvia.

2- IDENTIFICAR estrategias de intervención aplicables o modificables para vivienda residenciales.

3- DISEÑAR e incorporar sistemas para la captación, almacenamiento y distribución de agua lluvia, que permitan un mayor aprovechamiento del recurso hídrico en viviendas residenciales.

CAPÍTULO II. MARCOS DE REFERENCIA Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Estado del arte

2.1.1. Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá.

La Secretaria Distrital de Hábitat (2017) pretende estimar los efectos causales mediante el programa de Mínimo Vital de Agua Potable (PMVAP), en el cual se generan garantías para las viviendas de estrato uno y dos, con un subsidio de mínimo 6 metros cúbicos mensuales de agua potable gratis (12 m bimestrales - tiempo que transcurre entre el cobro del servicio), además de otras reducciones por otros auxilios que cobijan a los mismos estratos.

Tabla 1

Inversión PMVAP año 2014 por localidad.

Etiquetas de fila	Número de suscriptores 2014	Dinero Anual Facturado Mínimo Vital 2014	Gasto Anual por suscriptor	Gasto bimestral por suscriptor
CIUDAD BOLIVAR	92.560	\$ 6.339.348.638	\$ 68.489	\$ 11.415
USME	60.900	\$ 4.373.281.052	\$ 71.810	\$ 11.968
CANDELARIA	2.487	\$ 184.421.509	\$ 74.144	\$ 12.357
LOS MARTIRES	1.131	\$ 84.509.055	\$ 74.699	\$ 12.450
BARRIOS UNIDOS	16	\$ 1.263.184	\$ 78.135	\$ 13.023
CHAPINERO	3.315	\$ 260.432.941	\$ 78.562	\$ 13.094
PUENTE ARANDA	353	\$ 28.467.891	\$ 80.722	\$ 13.454
USAQUEN	8.888	\$ 727.328.711	\$ 81.834	\$ 13.639
SANTA FE	12.527	\$ 1.072.875.431	\$ 85.647	\$ 14.275
RAFAEL URIBE	37.765	\$ 3.268.812.570	\$ 86.556	\$ 14.426
SAN CRISTOBAL	54.130	\$ 4.810.168.668	\$ 88.864	\$ 14.811
BOSA	125.728	\$ 11.341.810.989	\$ 90.209	\$ 15.035
TEUSAQUILLO	7	\$ 635.920	\$ 90.846	\$ 15.141
FONTIBON	17.661	\$ 1.626.246.453	\$ 92.080	\$ 15.347
KENNEDY	103.266	\$ 9.583.418.177	\$ 92.803	\$ 15.467
ENGATIVA	38.731	\$ 3.644.816.806	\$ 94.106	\$ 15.684
SUBA	77.801	\$ 7.341.379.106	\$ 94.362	\$ 15.727
TUNJUELITO	13.908	\$ 1.358.836.582	\$ 97.704	\$ 16.284
ANTONIO NARIÑO	457	\$ 46.863.181	\$ 102.545	\$ 17.091

Nota. Tomado de Secretaría del Hábitat (2017). Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/25711/Minimo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

La tabla 1 muestra que:

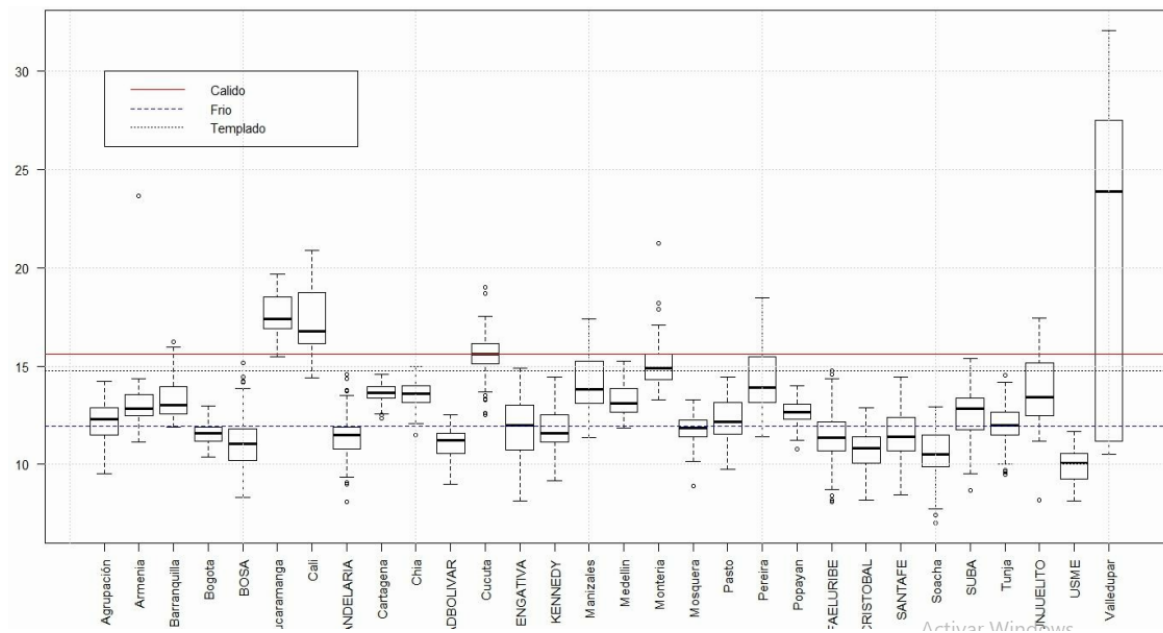
las localidades con mayor número de beneficiarios son: Bosa (125.728 suscriptores), Kennedy (103.266 suscriptores) y Ciudad Bolívar (92.500 suscriptores), agrupando el 49,3% de los favorecidos del programa. La tabla también muestra que, los costos más altos por suscriptor se encuentran en las localidades Antonio Nariño (\$17.900), Tunjuelito (\$16.284) y Suba (\$15.227) (Secretaría del Hábitat, 2017, p.11)

Tomando como base la idea de que a raíz de los subsidios en los estratos 1 y 2, se incrementa el consumo de agua por el bajo costo del servicio, se empiezan a analizar variables tales como el costo que ha tenido este programa a lo largo de 3 años. Así, los datos entre 2014-2017, reflejan un incremento significativo en los suscriptores para estrato 1 y 2, siendo las localidades de Bosa, Kennedy y Ciudad Bolívar las que mayor peso económico ejercen sobre el distrito, para el pago de estos subsidios en las diferentes modalidades.

La localidad con mayor peso económico para el distrito es la de Kennedy con una carga de \$ 11.341'810.989, con un número de suscriptores de 125.728, un gasto promedio por suscriptor de \$90.209. Siendo los estratos 1 y 2 de gran peso en estas localidades, puede afirmarse que, el estrato influye directamente en el costo del recibo bimestral que pagan los usuarios del servicio de agua potable. El estrato tres está en un punto intermedio ya que tiene subsidio sobre el recibo, pero no en el mismo porcentaje respecto a los estratos anteriores.

Figura 1

Comportamiento del consumo promedio estratos 1 y 2 en las ciudades analizadas. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS



Nota La figura 1 muestra el análisis del consumo histórico promedio de varias ciudades, teniendo en cuenta el clima predominante en la región. En la figura 1 se aprecia que los consumos más altos se registran en las ciudades de Bucaramanga, Cali y Sincelejo, siendo esta última la de mayor dispersión en los datos. Tomado de Secretaria del Hábitat (2017). Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/25711/Minimo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estos datos son de vital importancia, ya que ayudan a determinar la incidencia en el clima respecto al gasto de agua potable en los hogares, dando como resultado que las ciudades de clima cálido analizadas, aunque son menos en cantidad, consumen más. Sin embargo, hay que analizar los resultados con cautela, puesto que, debe cruzarse la información con los datos de cada ciudad, deben analizarse otras variables como el área de ocupación o casco urbano de las ciudades y la cantidad de población, entre otros.

Es interesante entender las relaciones que se establecen en la figura uno, en tanto se ve el contraste entre las ciudades, ya sean de clima cálido o clima frío y, el contraste de las mismas con algunas de las localidades de Bogotá, en este caso las que mayor influencia o cantidad de viviendas subsidiadas para estratos 1 y 2 tienen.

2.1.2. El concepto de prótesis para la rehabilitación de vivienda social.

Como resultado del Segundo Congreso de Investigación Interdisciplinaria en Arquitectura, Diseño, Ciudad y Territorio realizado en el año 2016 surge la tesis *El concepto de prótesis para la rehabilitación de vivienda social* realizada por Venegas et al (2016), al entender las problemática y las dinámicas tan específicas que pueden haber en un sector tan característico como la zona del centro sur de Chile, en donde la distancia con el Ecuador se incrementa bajando proporcionalmente la temperatura en los hogares.

Cabe resaltar que, hay un punto que toma gran relevancia aquí, el confort, y se define claramente que hay un problema, que debe abordarse de la mejor manera posible, dejando como resultado directo una afectación positiva en el confort de los habitantes de la vivienda. Ello, debe trabajarse articuladamente con el consumo de energía, ya que en muchos casos la calefacción de los hogares en el invierno, puede llegar a ser muy costosa y por lo tanto inasequible.

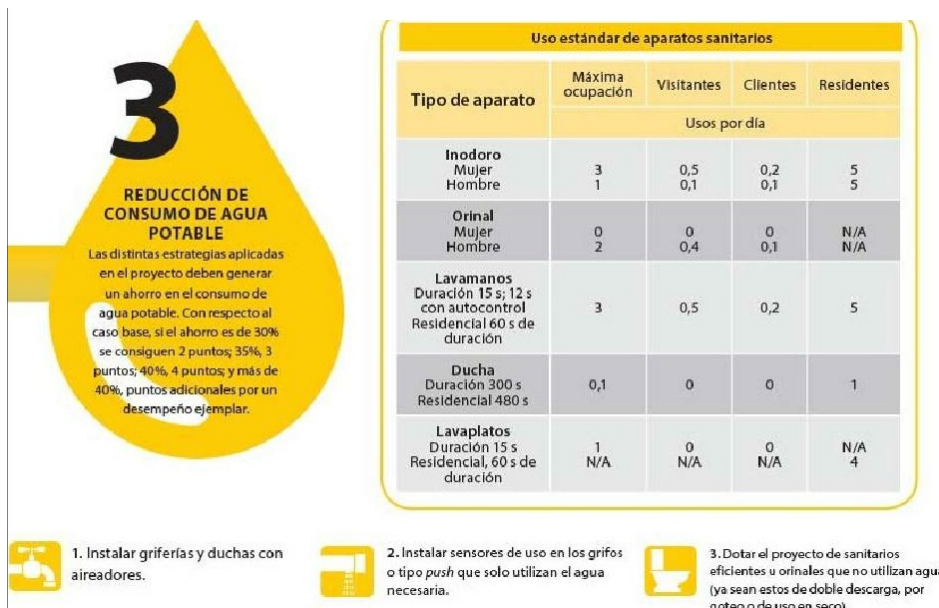
El manejo del término intersticio causa gran interés ya que como se menciona en el intersticio se convierte en “un ámbito dinámico regulable con un gran potencial de aumentar la adaptabilidad y complejidad de esta frontera socio-espacial, planteando extensiones reconfigurables por el usuario creando una transición mucho más rica.” (p.1)

2.1.3. Consumo de agua potable – usos en las ciudades

Según Cortéz O. (2016), en la ciudad de Bogotá el consumo de agua en los hogares es básicamente para uso personal y alimentación. De igual manera, acorde a lo planteado por el ingeniero Mauricio Jiménez, director de la red matriz del Acueducto de Bogotá, esta es la ciudad que menos desperdicia agua en el país. Y esto presuntamente se justifica por las diferentes campañas para el uso eficiente del líquido; cabe resaltar, además, las cifras del acueducto de Bogotá, las cuales dan una panorámica dentro del consumo promedio de agua, en donde una persona promedio gasta cerca de 110 litros al día, gran parte del consumo o del gasto está relacionado con en el uso de la lavadora y sanitarios con un 60% sobre el consumo total, el 40% restante se difiere en uso de la ducha y aparatos relacionados a la cocina.

Figura 2

Uso estándar de los aparatos sanitarios estrategias de ahorro de agua potable



Nota. La Figura 2 muestra el módulo 3 del uso eficiente del agua en la revista Construdata e ilustra sobre la acreditación LEED, en este se representa el uso estándar de aparatos sanitarios. Resaltando el uso de los residentes al día teniendo en cuenta a su vez a los visitantes y en caso del comercio a los clientes. Tomado de Estudio de la gestión del consumo actual de agua potable y alternativas de ahorro en estratos socioeconómicos 1 y 2 en la localidad de Kennedy, Bogotá. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/74/

En ese sentido, los datos del consumo de los aparatos sanitarios a diario, son la base para poder estructurar tablas de gasto de agua, junto a la información de las viviendas y las familias del sector a intervenir y, además de una breve introducción de estrategias para mitigar el consumo de agua potable, para algunos de estos elementos de la rutina diaria. Poder cuantificar las cifras de gasto de agua es, sin duda, una de las principales tareas que conlleva este trabajo académico y que tomará especial relevancia a medida que se adelante el proceso investigativo.

Así mismo, siendo el inodoro uno de los elementos que más consume en la vivienda, debe considerarse el tiempo que la persona permanece en su hogar, ya que con esta variable se puede ver la afluencia que tienen los residentes sobre su propio baño. Ahora bien, en tiempos actuales y con la pandemia del coronavirus, surge la duda al cuantificar la cantidad de agua que se gasta de más, pues se está más tiempo en casa y hay poca interacción de las personas en los sitios a menudo frecuentados, como las zonas de estudio, la diversión o el trabajo.

2.1.4. Guía de lineamientos sostenibles para el ámbito Urbano

Esta guía de lineamiento sostenibles, como lo indica el documento entre muchos otros aspectos, busca incentivar el consumo de agua potable desde la escala urbana, con el objetivo de “Introducir al lector en el desarrollo técnico de estrategias, lineamientos y prácticas de sostenibilidad alrededor de la eficiencia de los recursos naturales” (Secretaría Distrital de Planeación, 2015, p.4), fomentando un óptimo desempeño ambiental de las viviendas. Dando a conocer las estrategias de manera clara, por medio de gráficos muy bien elaborados y un sistema de nomenclatura que guía al lector sobre cada capítulo y estrategia.

Se plantea una pregunta:

“¿Se ha preguntado cómo el correcto uso del agua y la energía afecta la calidad ambiental

de los espacios públicos y proyectos urbanísticos?” (p.4)

De la cuestión anterior, el investigador se permite cambiar algunas palabras para adaptarla al proyecto actual, dando como resultado:

“¿Cómo el uso correcto del agua afecta la calidad ambiental de los espacios de las viviendas y de las personas que las habitan?”

Dejando clara la relación entre la calidad de vida y las intervenciones que se pueden desarrollar, buscando una armonía entre la parte técnica que busca solventar problemas de aprovechamiento de recursos, con el confort de las personas en las viviendas, ya que no se pretende dejar a un lado la comodidad de las personas, por buscar un beneficio energético o económico.

Se brinda, además, una serie de estrategias no solo ligadas al tema del agua, al cual se centra el interés en este capítulo, sino otras cuatro, en donde la más pertinente para el proyecto es la denominada Ag_B (p.9): “Captar aguas lluvias e implementar sistemas de aprovechamiento para disminuir el consumo de agua potable” (p.9), como directriz aplicable a la investigación.

2.2.Marco teórico

Los métodos y herramientas de captación de agua pluvial son instrumentos de análisis valiosos, que permiten una aproximación al desempeño final del proyecto de intervención sobre viviendas residenciales. Aunado a ello, estas herramientas son empleadas en gran parte de la etapa de diseño, con costos elevados por elementos tecnológicos que en este contexto carecen de incentivos tributarios, haciéndoles menos accesibles por la capacidad monetaria del público al que se apunta involucrar.

La construcción de vivienda popular en Colombia se caracteriza por un cambio generalizado desde épocas antiguas hasta la contemporaneidad (Saldarriaga A, 2017). Dejando a su paso características mixtas en los métodos y técnicas constructivas y, las regiones que marcan el territorio nacional. Siendo pertinente entonces, saber cómo se construye en la región, determinando o caracterizando las viviendas que se intervendrán, para poder generar herramientas estandarizadas en el uso de sistemas de recolección de agua pluvial eficientes. Teniendo como resultado, la construcción de este documento académico que añora una contribución académica y social de carácter medio ambiental, para el mejor aprovechamiento, manejo y distribución, que puede tener la precipitación de agua lluvia.

2.2.1.1.¿qué es la captación de agua de lluvia?

“Es una técnica que permite capturar o desviar la precipitación de agua caída en un área determinada, para ser utilizada en el riego de cultivos bajo invernaderos, huertas familiares, o en la vida diaria de los hogares.” (Jiménez, 2016, P. 12). Aclarando que, las superficies de captación pueden ser muy diversas tanto en forma, material o tamaño de las mismas. Jiménez contempla, además

de las diferentes variables a la hora de la captación de agua, la calidad o pureza de la misma a raíz del estado de la misma superficie. Dependiendo de estos niveles se puede utilizar para diferentes actividades dentro de la vivienda, entendiendo que las actividades que implican el uso del líquido pueden no requerir mucha pureza del agua, por ejemplo, en la descarga del baño.

2.2.2. Gestión integral del recurso hídrico(GIRH)

Busca la orientación en el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, por medio de un acuerdo entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas.

La gestión integral del recurso hídrico es un concepto basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son excluyentes e interdependientes surgió como respuesta a la “crisis del agua” expresada en la presión insostenible sobre el recurso hídrico, debida a la creciente demanda de agua, la contaminación y el crecimiento demográfico.

(Ministerio de Ambiente, 2010, P.85)

Siendo evidente la importancia de este recurso subutilizado y apoyados en este concepto, se obtienen nuevos postulados sobre la gestión integral del recurso, en donde todos buscan de una u otra manera integrar cada aspecto relacionado a la recolección de aguas lluvias mencionando un cambio de paradigmas, necesarios para llegar a el correcto manejo del líquido.

2.2.3. El factor humano

Para que un sistema de captación de agua de lluvia funcione en una zona urbana, deben tenerse en cuenta algunos factores fundamentales:

- Querer hacer el cambio.
- Acordarlo con las personas con quien se vive.

- Acordarlo con los vecinos, en caso de ser un edificio o que esta decisión los afecte de alguna manera.
- Hacerse responsable del mantenimiento para el mejor funcionamiento del sistema
(Alder. 2008. P. 9)

El aspecto social es una parte fundamental dentro del proceso de investigación y sobre todo, del desarrollo de la misma, la integración de la comunidad es un aspecto o estrategia que implica llegar a un acuerdo con varias partes, perspectivas o maneras de pensar para poder desarrollar una idea o conjunto de ellas que, permitan un mejoramiento u optimización de las viviendas, pretendiendo la reducción en el recibo del agua, enfocado no hacia una persona si no hacia un grupo de ellas.

2.2.4. Uso que se le pretende dar al agua de lluvia captada.

Es fundamental entender que la calidad del líquido puede depender de su uso mismo. y gracias a esto, se analizan los diferentes tipos de uso del agua que se pueden tener dentro de las viviendas.

- Usos simples como limpieza de pisos, inodoros o excusados, limpieza de ropa, riego de plantas, limpieza de autos y otros.
- Usos complejos: Limpieza corporal, agua para beber y cocinar. (Programa para la Amazonia Rural, 2017, p.5)

Además, es fundamental poder caracterizar el número de integrantes, ya sea de la familia o de la comunidad a beneficiar, punto fundamental para el conocimiento en el consumo del líquido a partir de sus integrantes.

El número de miembros determinará el posible tamaño del sistema y la duración de la reserva. Se debe hacer un análisis del actual consumo de la familia o la comunidad. En el

caso de una familia, se debe hacer un análisis por individuo de su necesidad específica de agua. (Programa para la Amazonia Rural, 2017, p.5)

Por medio de los datos estadísticos puede generarse el pre-dimensionamiento del sistema, el tamaño y la cantidad de espacio que se requiere para el almacenamiento mínimo del agua lluvia captada, el análisis de las cantidades de agua usadas por persona dentro de una vivienda o núcleo familiar, es la información del punto de partida a la hora de emprender el proceso de diseño.

Cantidad de agua que se pretende captar (Tiempo de reserva o duración del agua de lluvia captada): Depende de varios factores, tales como el inventario de los elementos físicos existentes para la captación, la precipitación pluvial en la zona, el uso que se le pretende dar al agua y volumen actual de consumo de agua, y el reconocimiento de otras fuentes de suministro en la zona. (programa para la amazonia rural, 2017, p.5)

Entender la manera en que las personas usan el recurso, a raíz de las diferentes actividades que implican la convivencia dentro de las viviendas es fundamental, ya que es necesario considerar que no se requiere de la misma pureza para la descarga del baño que para el consumo del líquido, además conocer las cantidades que se requieren es fundamental para enriquecer los valores y los datos que se pretenden analizar dentro del trabajo investigativo.

2.3.Marco conceptual

2.3.1. EL AGUA

El agua es esencial para la vida en la tierra. Se necesita agua para el crecimiento de la planta y para la supervivencia. de animales, incluidos los seres humanos. De la cantidad total de agua en la tierra, 97.25 por el centavo está contenido en mares salados, el 2.05

por ciento está contenido en casquetes glaciares, y la mayoría del 0,7 por ciento restante está contenido en acuíferos. La cantidad de agua fresca renovable, disponible a través de la lluvia en las áreas de la cuenca para el consumo humano, es muy pequeño, aproximadamente el 0.008 por ciento del total. De estos 110.300 kilómetros cúbicos de agua, dos tercios se evapora, dejando 40,700 kilómetros cúbicos por año de agua de lluvia fuera, alimentando ríos y reponiendo acuíferos y disponible para uso doméstico, industrial y uso agrícola. Es sobre este recurso en particular donde se ejerce una presión creciente. (Como se cita en Postel 1997. Sassi P. 2006, p. 254). [Traducción propia].

Aun cuando el agua es un recurso tan abundante en gran parte de la superficie terrestre, es el agua potable o agua dulce el recurso de mayor demanda para muchos seres vivos, entender la limitación que existe actualmente sobre el acceso a este líquido es fundamental, además de saber en datos estadísticos la cantidad con la que cuenta el ser humano para su consumo.

2.3.2. Precipitación

La precipitación se define como la caída de hidrometeoros que alcanzan finalmente el suelo. La medida de la cantidad de lluvia se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría el suelo, supuesto perfectamente horizontal, sino se filtrase, evaporase, ni escurriese. A esta medida se llama altura de precipitación y es expresada en milímetros.¹⁰ Un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie. La precipitación es una variable meteorológica con gran variabilidad espacial y temporal. (IDEAM, 2007, p.27)

El agua lluvia es analizada por el IDEAM, es de esta entidad de la cual se obtienen los datos técnicos en el análisis de las cantidades de agua lluvia (precipitación) que se han registrado ya sea en la ciudad de Bogotá, o más específicamente en la localidad de Engativá, posibilitando

el cruce de datos con los demás que se pueden obtener mediante el proceso de diseño del sistema de captación.

2.3.3. Coeficiente de escorrentía

Según Gómez (2019) “El coeficiente de escorrentía es la relación entre la parte de la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, entendiendo que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento”. (Párr. 1). Siendo de gran ayuda saber de qué manera el agua se comporta en relación con las diferentes superficies que se pueden proyectar, entendiendo que aun cuando el agua corre de manera libre, dependiendo la pendiente sobre la cual se mueve, es necesario aclarar que el material o los materiales también influyen en el flujo de líquido, generando la necesidad del análisis de los diferentes materiales y superficies para la correcta circulación del líquido hacia las zonas o tanques de almacenamiento.

2.3.4. El clima

Conceptos aparentemente básicos o simples como el clima, se ven envueltos relacionados con muchas determinantes para su correcta definición y para el entendimiento de las características del mismo, por lo que profesionalmente puede valerse del glosario meteorológico del IDEAM.

Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo (valores medios, varianzas, probabilidades de valores extremos, etc.) de los elementos meteorológicos en dicho lugar.

Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y región dados, y controlado por factores forzantes

y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera) (IDEAM, 2019, p.60)

Respecto a la ubicación y los periodos que se experimentan en la zona de estudio, se tomará la información necesaria respecto de la precipitación, la cual está directamente relacionada con la lluvia. De allí se desprenden una serie de determinantes que afectan directa e indirectamente cualquier propuesta que se genere, como el viento y la intensidad de la lluvia.

2.3.5. Pérdidas de agua

Las pérdidas de agua se definen como la diferencia entre el volumen de agua captado y el volumen requerido para un uso específico, de acuerdo con el balance hídrico. Estas se pueden atribuir a la infraestructura (fugas y filtraciones causadas por perforaciones, fisuras, daños, mal estado de las redes de captación, tratamiento y distribución, rebose en tanques de almacenamiento), o a la operación o factores físicos (evaporación e infiltración). (Minambiente, 2018)

2.3.6. Recirculación

Es el uso del agua residual que siempre y cuando cumpla las características físico, químicas y microbiológicas para su destinación, puede ser usada en la misma actividad generadora cuya procedencia deriva de cualquiera de los procesos unitarios, desarrollados por el mismo usuario dentro de los límites físicos del área donde se establece su actividad, y es distinta de las actividades de reúso. (Minambiente,2018)

2.3.7. Uso eficiente y ahorro del agua

Es toda acción que minimice el consumo de agua, reduzca el desperdicio u optimice la cantidad de agua a usar en un proyecto, obra o actividad, mediante la implementación de prácticas como el reúso, la recirculación, el uso de aguas lluvias, el control de pérdidas, la reconversión de tecnologías o cualquier otra práctica orientada al uso sostenible del agua (Minambiente. 2018, p. 38)

Esta definición en gran medida define el cuerpo de la investigación, ya que es una mirada rápida y precisa de lo que se pretende realizar, sustentado por el trabajo realizado por el Minambiente. Así pues, se convierte en un gran referente para la aplicación de diferentes estrategias y mecanismos que van de la mano con un buen manejo de los recursos hídricos y en este caso, ahonda en los esfuerzos por el buen manejo de las aguas lluvias. Estrategias que como tal, se generan desde el punto de vista político, la reducción de demanda y sobre todo por los indicadores económicos.

2.3.8. Cubiertas Estereas

Este título en un comienzo complejo busca simplificar por medio de un aspecto tecnológico y coherente, la conformación de cubiertas ligeras que van de la mano con las estandarización y prefabricación de los componentes de las mismas, como se aclara en el siguiente párrafo:

Durante las últimas décadas el empleo de las estructuras espaciales en la construcción ha sufrido un gran auge. Entre las causas que lo han motivado destacamos sobre todo el hecho de que están concebidas bajo la perspectiva de conseguir un alto grado de

prefabricación, característica que ha dado lugar a importantes ahorros de mano de obra tanto en fabricación como en montaje (Díaz J, 2013, p.47)

Una manera fácil de explicar sus componentes es por medio de nudos y barras, los cuales tienen diversas formas de unión dependiendo su materialidad o uso, en donde el sistema es la superposición de poliedros, siendo estos cuerpos tridimensionales, en este caso, bajo la estructura del triángulo y apoyándose en el tetraedro, como el módulo base de la propuesta. Cabe resaltar que, esta estructura está sustentada bajo una retícula superior e inferior articulada por la barras diagonales o transversales, formando un sistema espacial el cual está compuesto por dos capas.

2.4. Marco Histórico

Dentro de la historia del barrio, puede evidenciarse que este surgió hace 30 años, bajo una coloquial invasión. En efecto, fue abordado por un grupo de personas, las cuales se adueñaron de una fracción de tierra, aprovechando algunos conocimientos inmobiliarios para la división del barrio mismo. Esta dinámica evolucionó en la división de calles y carreras, las cuales conformaron el Barrio La Perla.

Figura 3

Línea de tiempo desde el año 1998 hasta el 2010.



Figura.3 Esquema de cambio del sector Barrio La Perla (adaptado de mapas bogota.com) Tomado de Secretaría del Hábitat (2017). Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/25711/Minimo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

A medida de su crecimiento y conformación, las viviendas fueron aumentando no horizontalmente, pero si vertical, viviendas de un piso pasaron a ser de cuatro pisos. Y la esencia de un barrio en donde las personas se conocen e interactúan entre sí, se convierte en un panorama general, estrechando el vínculo entre vecinos, el cual, sin embargo, se va perdiendo poco a poco a raíz de la ausencia de lo que se denomina “fundadores del barrio”, ya que muchos han vendido sus predios o simplemente han salido de allí.

Es de resaltar también, la influencia que ha tenido la expansión de barrios vecinos en los últimos años, como puede evidenciarse en la línea del tiempo que previamente se expuso. Lo que eran potreros o cultivos aledaños, pasaron a ser grandes urbanizaciones y con ellas, se reforzó la invasión de un barrio cercano llamado Unir 2, el cual trajo consigo una serie de dinámicas desalentadoras, como la delincuencia.

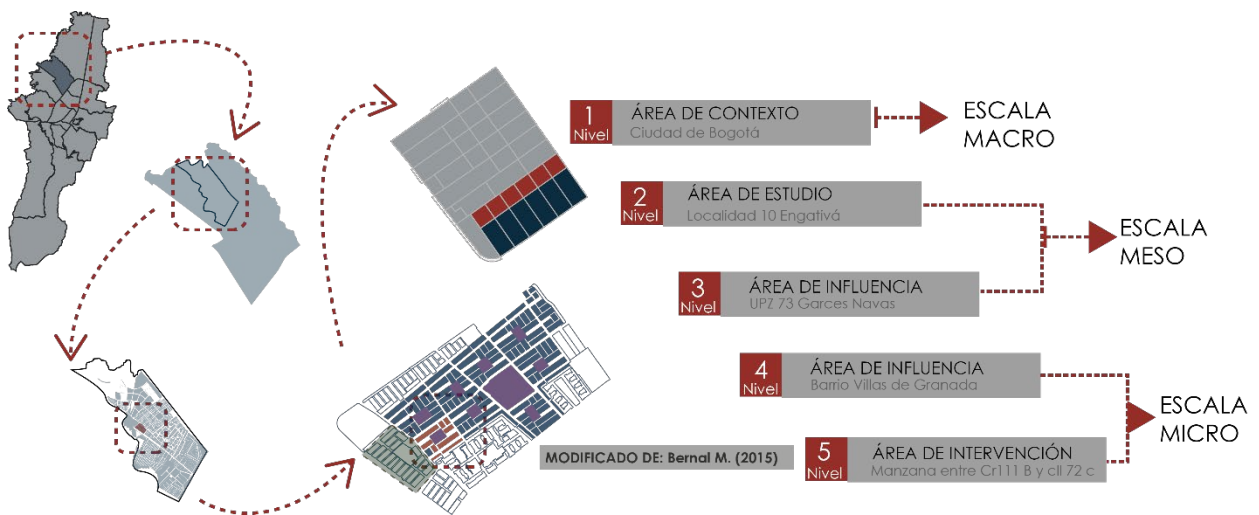
Estas urbanizaciones y la consolidación de este nuevo barrio (de invasión), generaron la adecuación de nuevas vías, parques y una relación un poco más estrecha con el humedal El Jaboque, ya que, en cierta medida, se abrió la entrada al mismo, para dar paso a estos nuevos barrios, generando un plus a nivel paisajístico y medioambiental en la zona.

2.5. Marco Contextual

Dentro del proceso de investigación, se ha tomado la metodología planteada en el análisis urbano regional. Este documento académico, ha servido como elemento rector a la hora de realizar el análisis del sector, pero a su vez aporta un orden y una jerarquía a las poblaciones que se desarrollan en las diferentes escalas de intervención. Se parte de un contexto general o de una escala macro con la ciudad de Bogotá, siguiendo con una escala mucho más específica en la localidad de Engativá, pasando a la UPZ Garcés Navas, para así poder llegar al barrio la perla y por último a la manzana de intervención, tal cual lo muestra el siguiente gráfico:

Figura 4

Clasificación de la zona de trabajo por áreas de estudio y por escalas



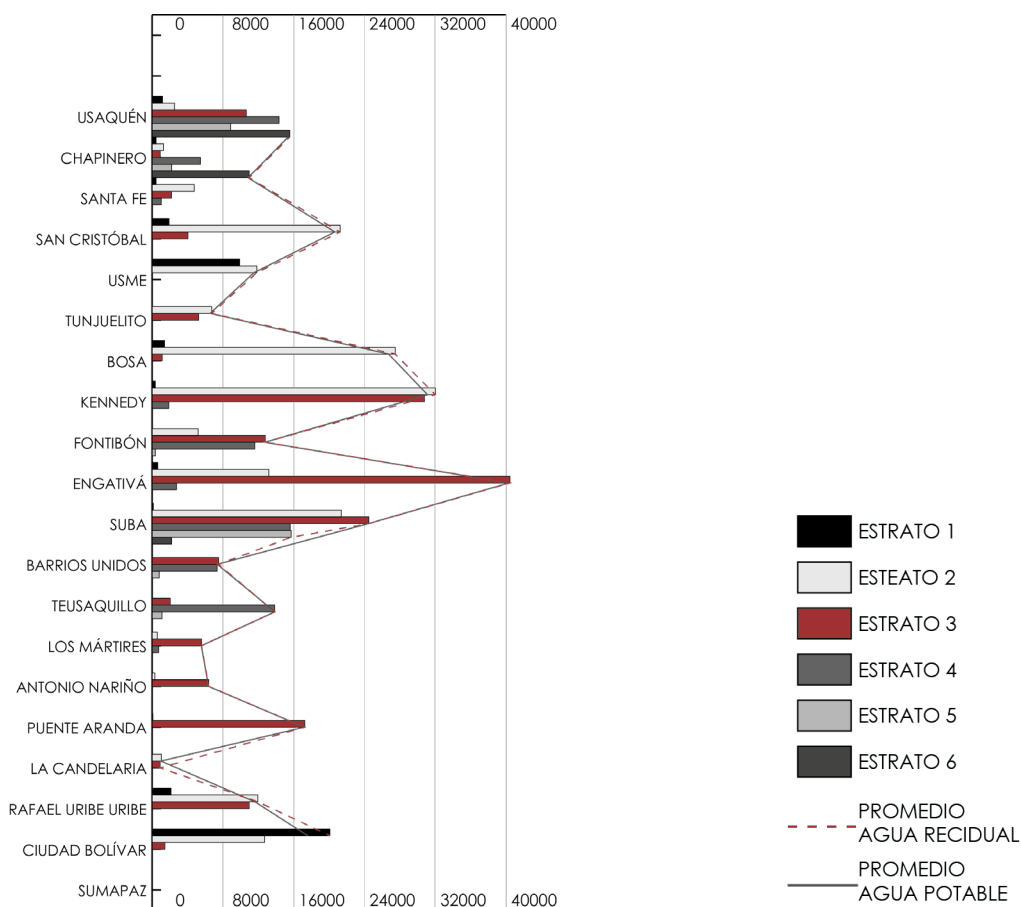
Nota. La figura 4 muestra el proceso de clasificación jerárquico que se ha tomado para la realización del análisis de la zona de estudio, dando una mirada general tanto a las diferentes escalas en cuanto a su parte arquitectónica y sociocultural, por medio de la toma de datos estadísticos de diferentes fuentes.

Se realiza una primera mirada a los estratos de la ciudad y su relación entre ellos por localidad, obteniendo como primeros resultados una alta incidencia de hogares de estrato tres en la localidad de Engativá (muy por encima de las otras localidades), además de una gran concentración de estratos uno y dos en las localidades ubicadas hacia el sur, tales como Bosa,

Ciudad Bolívar o Kennedy. Por otro lado, localidades que están hacia el nororiente manejan estratos más variados, pero con predominancia hacia los estratos 4, 5 y 6 en localidades como Pinero y Usaquén.

Figura 5

Clasificación de los estratos socioeconómicos por número de vivienda y por localidades año 2010.



Nota. La figura 5 muestra la clasificación de los estratos diferidos por su localidad en la ciudad de Bogotá, estos datos forman parte del proceso inicial de clasificación y estructuración en la ciudad para llegar a abordar sectores más específicos. Tomado de Expediente distrital 2017. Recuperado de <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/repositorio-estadistico/expediente-distrital-2017%5D>

Se realiza un análisis base en donde se determinan las localidades con mayor consumo de agua. Engativá en estrato tres, marca una diferencia considerable respecto a las otras localidades que pueden tener mayor consumo, pero diferido entre varios estratos. Así que, es el estrato tres al que le apunta esta investigación, aprovechando el manejo que se le puede dar al sector.

Figura 6.

Estructura Ecológica principal del Área Urbana de Bogotá, análisis a escala Macro



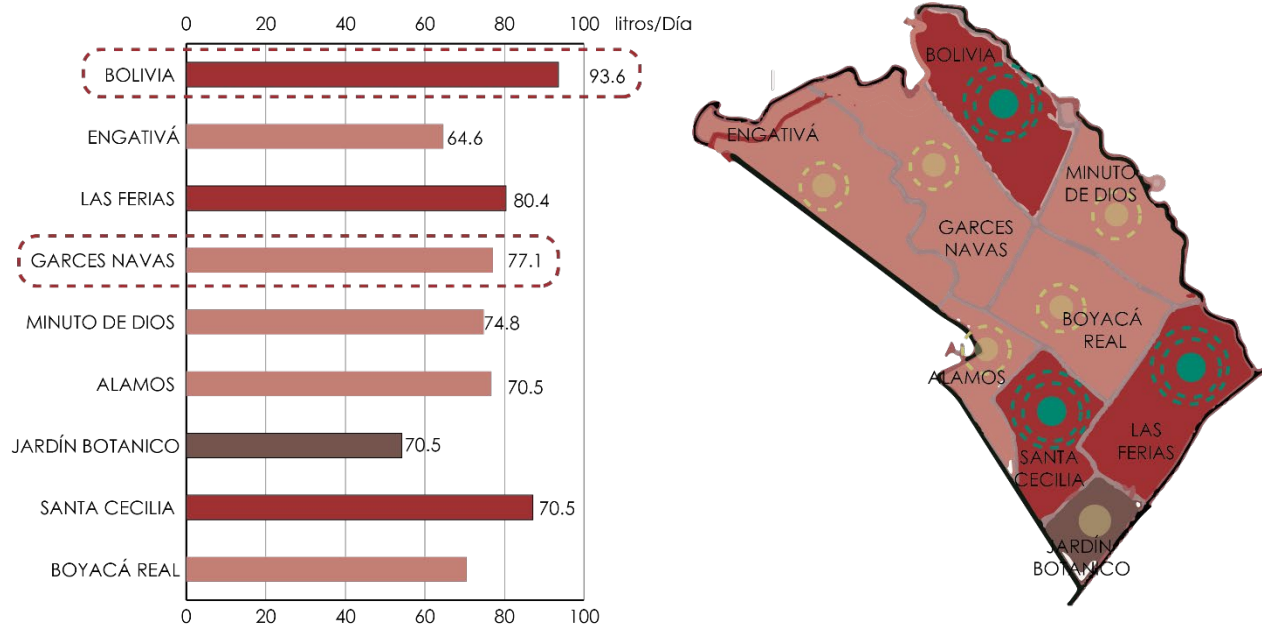
Nota. La figura 6 muestra los diferentes bordes naturales que enmarcan el casco urbano, además de brindar características especiales, como lo son los cerros orientales, el borde del río Bogotá y la influencia central y perimetral de los humedales, por último, los vientos predominantes de la ciudad marcados con las líneas azules. Modificado de Expediente distrital 2017. Recuperado de <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/repositorio-estadistico/expediente-distrital-2017%5D>

Es de gran importancia el análisis de Bogotá en su ámbito ambiental, ya que parte de esas determinantes influyen de manera indirecta en los niveles de precipitación sobre las diferentes localidades de Bogotá, a donde se llegará al detalle o por lo menos con mayor detenimiento hacia la localidad de Engativá al Noroccidente de la capital.

Las dinámicas ambientales de Bogotá están estrechamente relacionadas por sus determinantes naturales, que incluso también pueden definirse como sus límites naturales. El principal factor que interviene son los cerros orientales que, en gran medida influyen en los vientos predominantes que se generan en la capital a raíz de su ubicación en el oriente de la ciudad.

Figura 7

Consumos de agua potable en edificaciones residenciales en Bogotá. Consumo por persona por día por UPZ 2018.



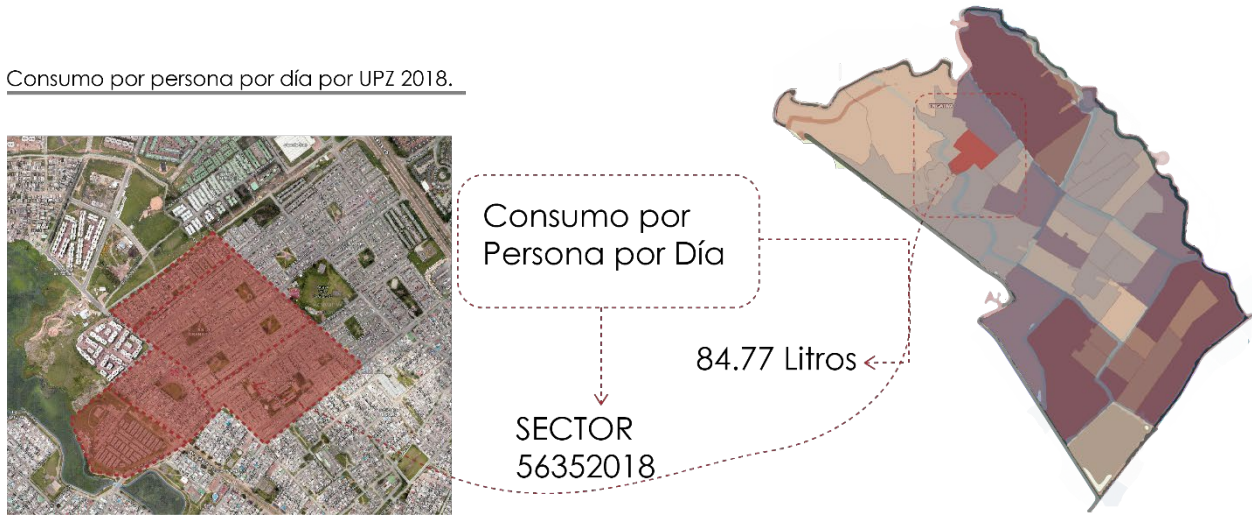
Nota. La figura 7 muestra la localidad de Engativá con su división por UPZ acompañada de un gráfico que evidencia el alto consumo en la UPZ de Bolivia, seguido de la UPZ santa Cecilia y las ferias, siendo la UPZ Engativá la cuarta no muy lejos de la de mayor rango. Tomado de. Conociendo la localidad de Engativá: Diagnostico de los aspectos específicos demográficos y socioeconómicos año 2009. Recuperado de. <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/10%20Localidad%20de%20Engativ%C3%A1.pdf>

Es indispensable conocer de qué manera se usa y en qué cantidades es consumido el líquido a diario. Entender las dinámicas relacionadas desde una escala macro y ahora en esta escala meso, implica un análisis juicioso de los datos que el DANE suministra de su base de datos y desde diferentes aportes de carácter informativo. El manejo de los datos respecto al consumo de agua en hogares residenciales da una primera mirada hacia la demanda del líquido por persona por día, un factor clave a la hora de plantear cualquier estrategia.

Figura 8

Consumo por persona por día por UPZ sector 56352018 en el año 2018

Consumo por persona por día por UPZ 2018.



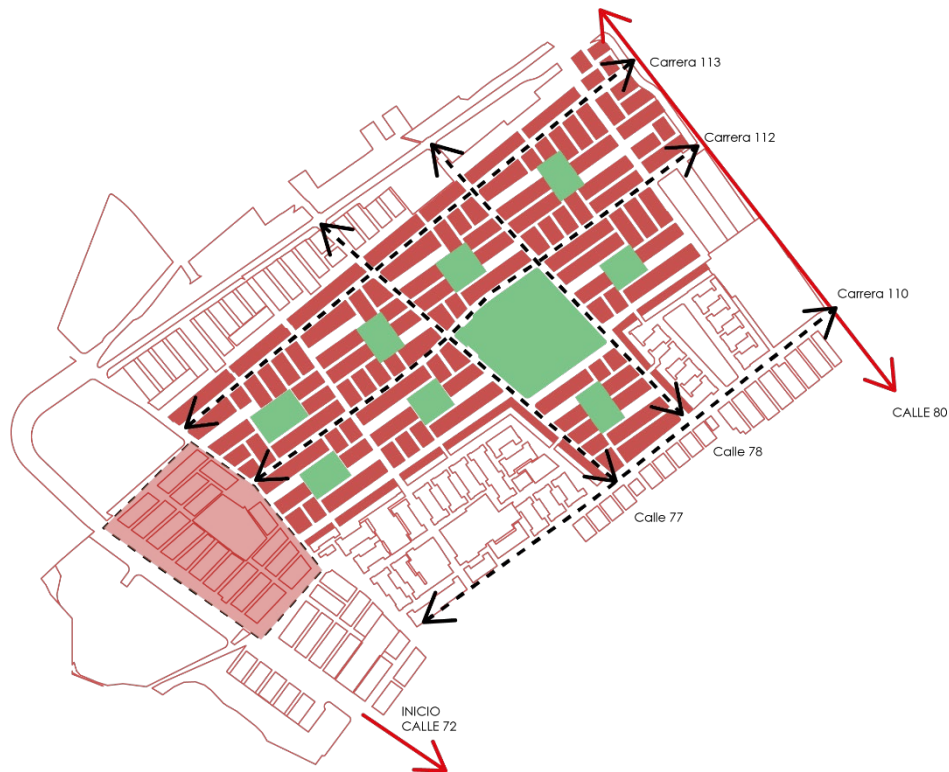
Nota. La figura 8 muestra la localidad de Engativá con su división por UPZ sub expuesta en un plano de la misma localidad con su respectiva división de sectores enfocándonos en el número 56352018 para poder tener unos datos más precisos del consumo de agua en sector residencial cerca al área de influencia. Tomado de. Conociendo la localidad de Engativá: Diagnostico de los aspectos específicos demográficos y socioeconómicos año 2009. Recuperado de.

<http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/10%20Localidad%20de%20Engativ%C3%A1.pdf>

De esto, puede evidenciarse que el consumo de agua por día, respecto a la escala meso está en un margen muy cercano a los 90 litros. Ahora bien, de manera anticipada se puede establecer que esta cantidad multiplicada por los múltiplos temporales (semana, mes y bimestre) son datos que pueden usarse a favor de los objetivos de este proceso investigativo, en aras de suplir la necesidad del líquido en este sector de intervención.

Figura 9

Consumo por persona por día por UPZ sector 56352018 en el año 2018



Nota. La figura 9 muestra la clasificación que se ha tomado para la realización del análisis del área de influencia, obteniendo datos básicos de las manzanas como lo son sus alturas, y el número de viviendas por manzanas. Elaboración propia.

Inicialmente, se toma como área de intervención el Barrio La Perla con unos resultados de altura promedio de las viviendas de tres pisos, manzanas homogéneas en tamaño y densidad poblacional, con una sola manzana más densa, dejando una que se denominó Manzana Número 13, de la cual una vivienda podía ser el referente o vivienda de aplicación de las posibles estrategias a modo de prótesis bioclimática para la recolección de aguas lluvias.

A lo largo de la investigación y apoyados en la idea de la no homogeneidad de las viviendas, tanto en alturas (se evidencia en la figura 11), materialidad y ubicación, se deduce que es pertinente buscar la forma de implementar las diferentes estrategias en una vivienda más estandarizada, pero que no se aleje de la población que el análisis ha encaminado para suplir la necesidad del agua. Valga reiterar también que el estrato tres es el punto de partida, dejando la

puerta abierta para la aplicación de estas estrategias a cualquier hogar residencial dentro o fuera de la ciudad de Bogotá pero en una etapa futura.

Figura 10

Análisis de fachada manzana de intervención Numero 3, irregularidad en cubierta en tamaño y forma.

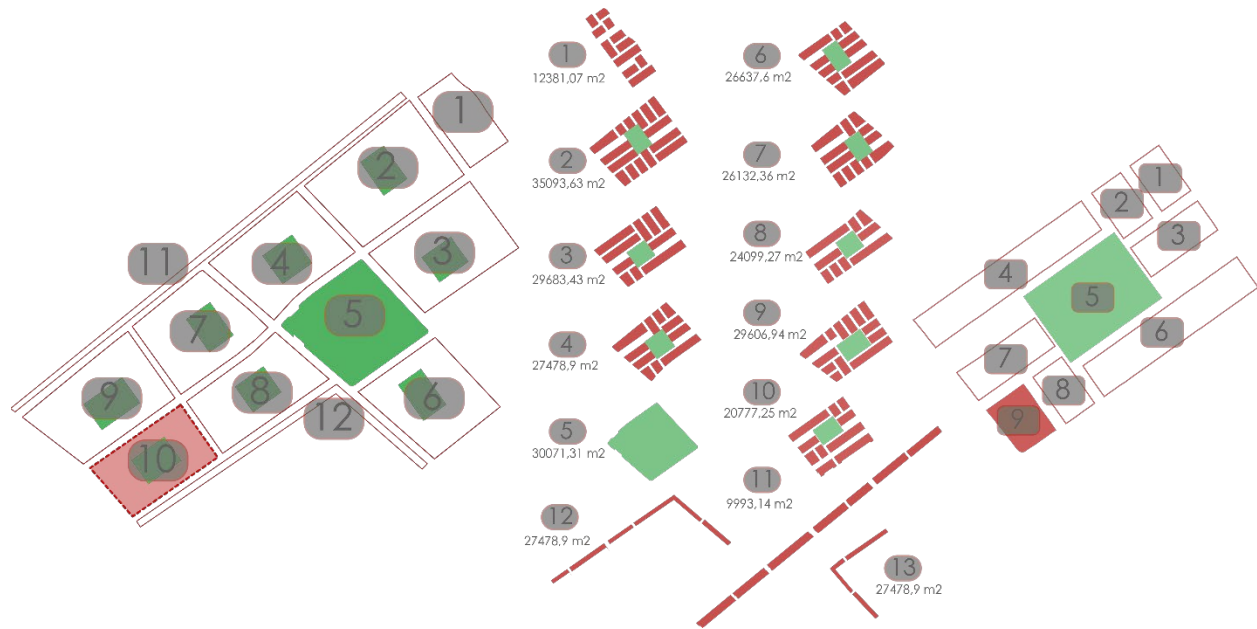


Nota. La figura 11 muestra la diferente disposición de las cubiertas de la manzana Número 3 en el barrio La Perla, alejando la idea de una estrategia comunitaria hacia la recolección de aguas lluvias. Elaboración propia.

A raíz de estas disposiciones, cambia el punto de aplicación de este trabajo investigativo. Y buscando en las cercanías al barrio, viviendas que puedan acoger de manera más práctica el concepto de recolección de aguas lluvias de manera comunal, se llega al barrio Villas de Granada, el vecino inmediato del Barrio La Perla. Con viviendas pareadas, en bloques, un diseño que tiene medidas promedio de 4 m por 12 m de fondo, viviendas unifamiliares de 3 pisos con patio posterior de un solo nivel.

Figura 11

Categorización de Supermanzanas y manzanas del barrio Villas de Granada



Nota. La figura 12 muestra la diferente disposición de las cubiertas de la manzana Número 3 en el barrio La Perla, alejando la idea de una estrategia comunitaria hacia la recolección de aguas lluvias. Elaboración propia.

Se escoge una manzana pequeña, ya que hay agrupaciones de hasta 40 viviendas consecutivas, tanto por sus caras laterales y cara posterior. Dentro de la Supermanzana 8, la manzana número 9 se ubica como una agrupación de 6 viviendas, ideal para poder implementar este proyecto.

2.6. Marco Jurídico

De cara a la creciente demanda de agua que se viene presentando en las últimas décadas por el incremento de la población, en Colombia se han generado una serie de normas y decretos que buscan de una u otra manera proteger y preservar los recursos hídricos, en este caso el agua potable, como fuente de vida y salud. Lastimosamente, en muchos casos se evidencia un vacío en

la formulación y aplicación de dichas normas por parte del Estado y en últimas por la comunidad en general.

La Carta Magna de los colombianos, en cuanto a los cuidados del medio ambiente proclama en su artículo 80, la planificación, así: “el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución” (Constitución política de Colombia [Const. P.],1991), siendo este el primer indicio que puede establecerse desde el marco legal colombiano para el buen manejo de los recursos que se tienen como nación. Aunque puede parecer algo ambiguo el párrafo, se hace una referencia hacia el cuidado y buen uso del ambiente.

En 1997, se forja la estructura que estaría a cargo del manejo del recurso del agua en Colombia, así, con la Ley 373 de 1997, Programa para el uso eficiente y ahorro del agua, se establece el plan ambiental con carácter regional y municipal, siendo este un programa de implementación obligatoria delegado a las autoridades autónomas regionales, en el entendido de que son estas las que aprueban y ejecutan los programas para el buen uso del agua en el país. Y a pesar de que pudiera parecer que la mencionada ley está más impulsada hacia el sector rural, en el sector urbano también aplica.

Ya para el año 2003 se da el Plan Nacional de Desarrollo, en donde se generan planes de ordenamiento y manejo integral en aspectos muy diversos y relacionados a todo el territorio colombiano. Además, surge de la formulación de una política de Estado, la cual está vinculada al manejo integral del agua. Así, según la Ley 812 del 2003 se establece que:

En cuanto al agua potable y saneamiento básico, se establecerán medidas que permitan aumentar la eficiencia y calidad del servicio, se ajustará el esquema tarifario y de subsidios para que incentive la inversión, se permita la recuperación de los costos,

se evite el traslado de ineficiencias a los usuarios y se generen incentivos para la inversión en esquemas regionales. (L.812, art 8, 2003)

Con el paso del tiempo y ante la variación de las dinámicas en las regiones del país, gracias a las características intrínsecas de cada una, surge la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde de manera clara se estipula que

los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años, la cual surge como la culminación de una serie de iniciativas de parte del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por establecer directrices unificadas para el manejo agua en el país, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitieran hacer uso eficiente del recurso y preservarlo como una riqueza natural para el bienestar de las generaciones futuras de Colombianos. (Minambiente, 2010, p.5).

Empero, los esfuerzos encaminados al buen manejo del agua no solo se han formalizado en el marco de la estructura de sus servicios públicos, también se han llegado a estipular por medio de leyes y decretos, los lineamientos sostenibles para edificaciones, que en gran medida están direccionados a una mejora en la calidad de vida de los habitantes, teniendo en cuenta el accionar de las personas y su responsabilidad ambiental. Dejando clara la necesidad del ahorro de agua y energía en las edificaciones, resaltando en el artículo 2.2.7.1.4 del Decreto 1285 de 2015: “Incentivos. El Gobierno Nacional por conducto del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, promoverá que los municipios y distritos, establezcan incentivos para la implementación de las medidas de construcción sostenible. a nivel local para la construcción

sostenible” (Dec 1285, art 2.2.7.1.4, 2015). No cabe duda que es una iniciativa muy interesante, pero a la hora de la aplicación queda corta, quizá por la falta de divulgación de tal decreto, ya que es claro que, ante un incentivo económico, podría generarse un gran avance dentro de la investigación en aspectos de creación de patentes o similares.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Aspectos metodológicos

3.1.1. Enfoque de la técnica de la investigación:

Esta investigación estará sustentada bajo el Análisis inductivo de datos cualitativos:
...las metodologías cualitativas están reservadas a la construcción o generación de teorías, a partir de una serie de observaciones de la realidad objeto de estudio, haciendo uso del método inductivo, según el cual se debe partir de un estado nulo de teoría... (Martínez, 2006, p.6)

Se implementará el método de estudio de caso, siendo este una metodología valiosa de investigación:

su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, aclarando que Yin (1994, citado en Chetty (1996) argumenta que el método de estudio de caso ha sido una forma esencial de investigación en las ciencias sociales y en la dirección de empresas, así como en las áreas de educación, políticas de la juventud y desarrollo de la niñez, estudios de familias, negocios internacionales, desarrollo tecnológico e investigaciones sobre problemas sociales. (Martínez, 2006, p.4)

Cabe aclarar que, este método de estudio pretende iniciar el proceso de investigación sin una base clara de la misma, es decir, no hay datos claros de lo que se va a realizar, así que deberá sustentarse un marco teórico muy sólido, para ir sentando las bases del proceso investigativo,

evitando caer en errores o falacias a la hora de tomar decisiones de carácter investigativo o metodológico.

Teniendo en cuenta este método de estudio y su versatilidad de aplicación, se implementará esta vez desde un enfoque arquitectónico, para poder dar un orden y estructura clara al trabajo de investigación, partiendo desde una serie de conceptos base, estipulados bajo la dirección del método mismo.

3.2. Tipo de investigación:

Dentro del método de estudio del caso existen una serie de parámetros que, están formulados específicamente para guiar a los nuevos investigadores en la búsqueda del conocimiento. Para ello, se debe estructurar el método, de manera tal que se tomen las guías para realizar un proceso lógico y pertinente y, así llegar a encontrar una serie de resultados satisfactorios para la investigación.

- Fase heurística o de descubrimiento: la fase heurística está compuesta por la observación, de ella se desprende la descripción de lo que se ve, pasando a una reflexión, dejando espacio para una generalización inductiva, dando pie a la formulación de hipótesis, la cual puede ser desarrollada y estructurada mediante la solución al problema.
- Fase de justificación-confirmación: La fase de justificación por un lado es el resultado y las diferentes evidencias que se generan en el camino, dando solución a la hipótesis, con la cualidad de que puede ser replicado. (Martínez, 2006, p.7)

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Análisis y discusión de resultados

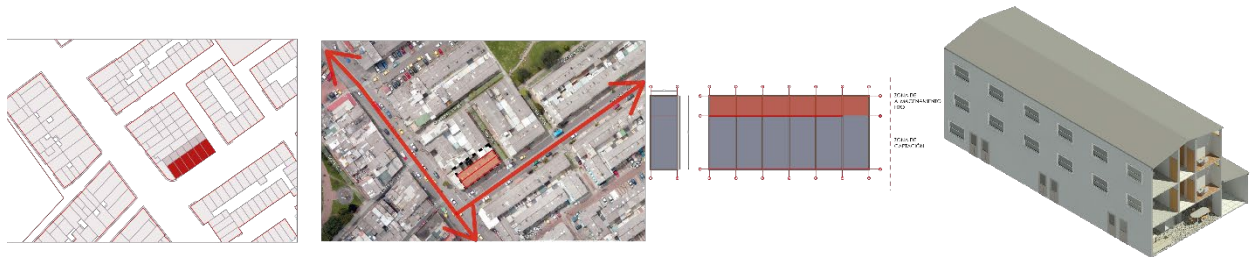
4.2. Recolección de datos

4.2.1. Caracterización de los datos de la vivienda Villas de Granada

Después de identificar de manera puntual las diferentes dinámicas de la vivienda desde los enfoques antes mencionados, se realiza una caracterización del barrio por medio de manzanas. Se caracteriza por un número a modo de nombre, para poder facilitar la toma de datos, toda esta metodología busca ir especificando los datos de manera ordenada, pasando de la escala de barrio a Supermanzana. Posteriormente, a la manzana en donde se da una mirada mucho más aguada, cuyo nombre es número 9, se escoge una agrupación de vivienda pequeña apta para una propuesta base del concepto de recolección de aguas lluvias.

Figura 12

Selección Zona de intervención Barrio Villas de Granada, manzana con agrupación de vivienda de 6 unidades pareadas.



Nota. La figura 13 muestra la localización de la manzana seleccionada con su representación planimetría y tridimensional, por medio de un plano esquemático de primera planta que marca en rojo la zona de patio en la parte posterior de la vivienda y una axonometría de la agrupación. Elaboración propia.

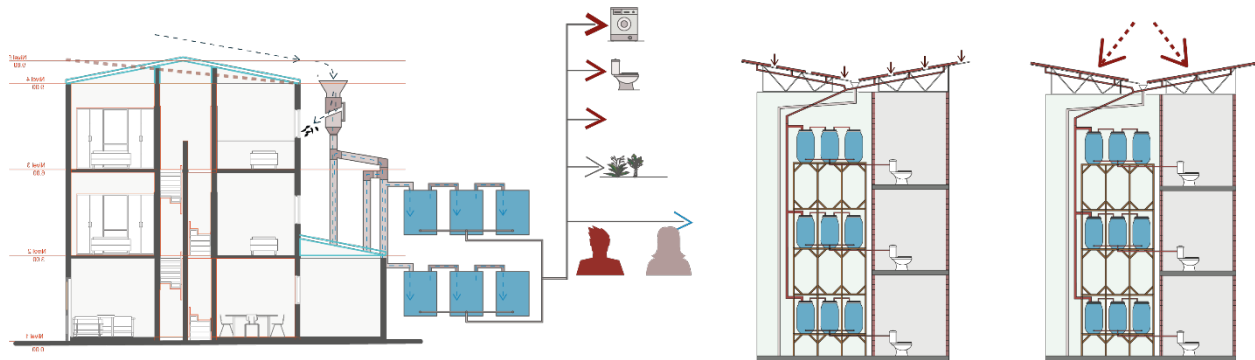
4.2.2. Inicio del proceso de diseño en dos dimensiones

Gracias a la facilidad de ingresar a una de estas viviendas (en el Barrio Villas de Granada) y recolectar datos sobre las medidas, se realiza el levantamiento de la vivienda en el

software de modelado Autodesk Revit, permitiendo una aproximación real sobre los cambios y diferentes propuestas que se realizan sobre la vivienda. Conjuntamente, se realiza un trabajo de propuesta de recolección de agua lluvia sobre una vivienda base del barrio, en la cual se conceptualizan formas de captación de agua lluvias sobre una vivienda de barrio residencial.

Figura 13

Aplicación de estrategias de recolección de aguas lluvias de manera conceptual sobre las viviendas a intervenir.



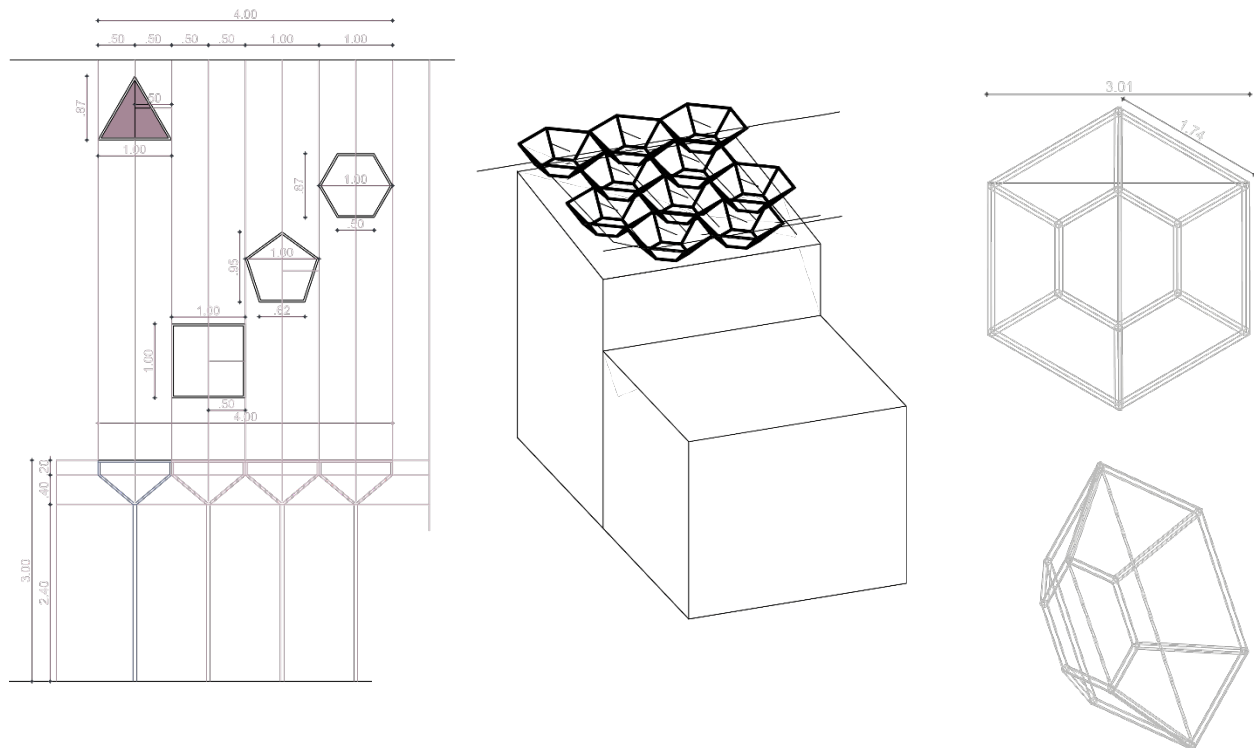
Nota. La figura 14 es la sobrexposición en corte de estrategias de recolección de aguas lluvias a la planimetría obtenida de las viviendas, mostrando los primeros indicios en los esquemas y rutas que requiere el sistema. Elaboración propia.

4.2.3. Proceso de diseño digital y estandarización de los módulos.

Estas primeras aproximaciones acercan a la conceptualización de las ideas y el aterrizaje de las mismas en dos dimensiones, dando pie al error gracias a la falta de precisión en las dos dimensiones de los planos (muchos detalles quedan sueltos), pero surge la idea de un sistema que integre la cubierta, con un sistema de filtrado para obtener tanques de almacenamiento del líquido con un nivel de pureza aceptable, para los diferentes usos del recurso hídrico. Un sistema de almacenamiento con un buen manejo de la verticalidad de los espacios, va tomando fuerza para los futuros diseños en los elementos de almacenamiento del líquido, usando elementos de almacenamiento que se manejan en el mercado y contemplando las cantidades básicas de líquido que se debe obtener para las viviendas.

Figura 14.

Modulación de elementos recolectores de agua lluvia a partir de las figuras geométricas básicas



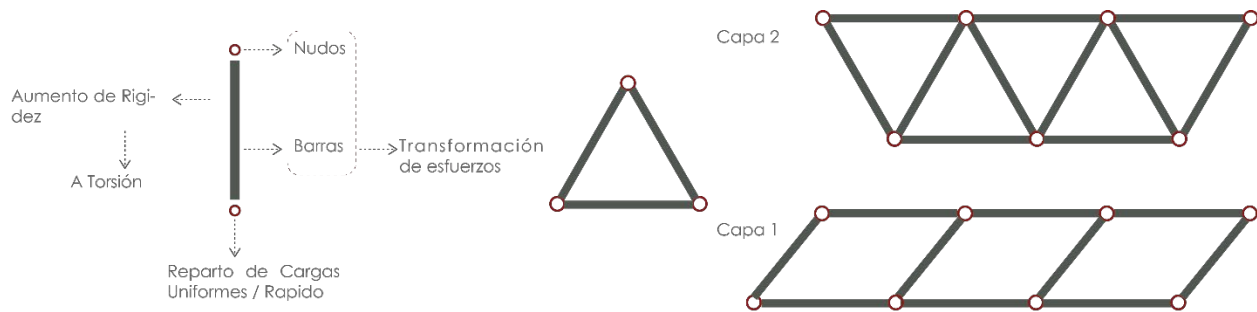
Nota. La figura 15 hace parte de la evidencia que muestra el proceso de diseño para el sistema de captación de agua lluvia, tomando medidas estándar en los módulos de 1, 2 y 3 metros. Elaboración propia.

4.2.4. Justificación estructural del sistema sobre la malla estérea

En medio de este proceso de diseño se buscaba principalmente una forma para facilitar el ensamble, es decir un diseño estandarizado de fácil instalación. Para ello, el triángulo fue el mejor aliado, básicamente por su eficacia en la modulación de cada pieza y en conjunto. Pero el triángulo se establece como un tetraedro, el cual será la figura tridimensional que definirá en gran medida la forma de la cubierta dentro del proceso. Siendo agradable en forma y estética, combinadas con la funcionalidad que tanto se enmarca y se busca generar.

Figura 15

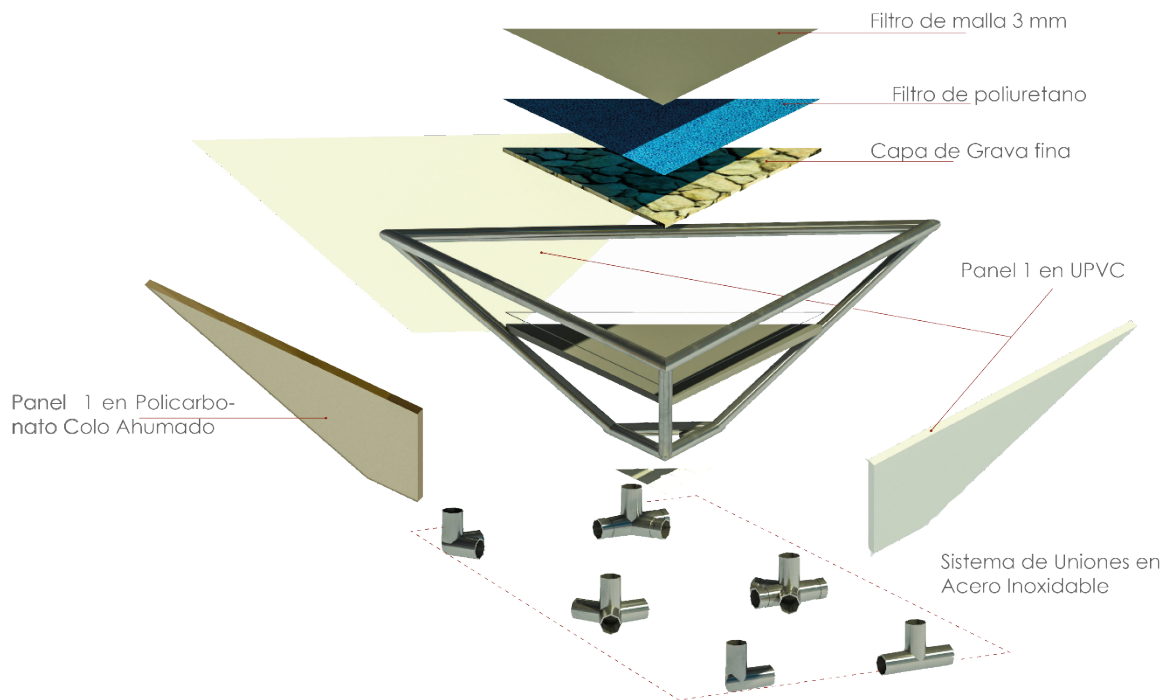
Concepto estructural de modulo a partir del tetraedro bajo concepto de Cubiertas Estereas.



Nota. La figura 16 muestra de manera práctica el concepto de barras y nudos, la formación del triángulo equilátero como parte de la capa 1 y rombos para la capa 2 a raíz de la modulación. Elaboración propia.

El sistema de barras y nudos se caracteriza por su estabilidad estructural; ahora bien, usando los tetraedros y realizando varias modificaciones en forma y tamaño y, buscando la eficiencia a la hora de la captación de agua lluvia, se plantea la idea inicial de un sistema de cubierta por medio de módulos que funcionan como embudos y que se soportan sobre la capa 1. La misma está conformada de tubería ranurada, la cual transportará el líquido hasta la red de distribución y almacenamiento del mismo, contemplando la idea de que cada módulo posee un filtro para que el líquido llegue con un buen nivel de pureza a los tanques de almacenamiento.

Este procedimiento de diseño se elabora en el software de modelado Autodesk AutoCAD, herramienta fundamental para el diseño de los módulos recolectores y de todas las variaciones dentro de la propuesta de diseño, dejando que la creatividad y la exactitud trabajen de la mano para la elaboración de un sistema eficiente de recolección, distribución y almacenamiento de agua lluvia en viviendas residenciales.

Figura 16*Módulo Recolector explotado*

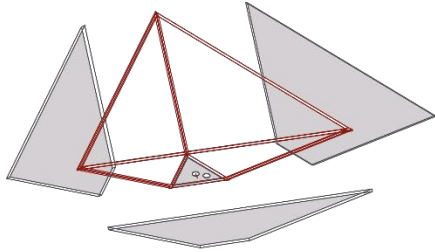
Nota. La figura 17 es una representación gráfica del módulo recolector con sus respectivas capas de filtros, y las primeras uniones que se estableces para la tubería ranurada que funcionan como nodos dentro del sistema estéreo. Elaboración propia.

4.2.5 Consolidación de los módulos recolectores y no recolectores.

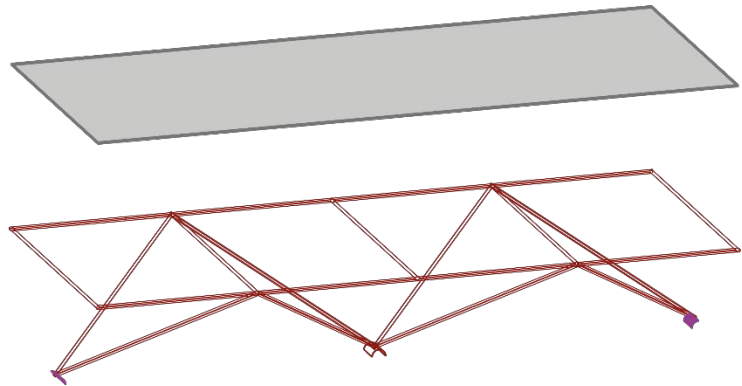
Gracias a la consolidación del módulo recolector se establece una primera propuesta que, consiste en una cubierta conformada por su primera capa de rubiera ranurada de 1 ½”, la cual soporta la capa 2 que está compuesta por los módulos recolectores. Esta primera propuesta, evidencia un uso innecesario de módulos recolectores, lo cual genera la necesidad de diseñar tanto módulos no recolectores, como uniones no recolectoras para hacer del sistema una opción mucho más eficiente, en cuanto al uso de materiales y facilidad en el ensamble.

Figura 17*Esquema de Módulo Recolector y No Recolector*

Módulo Recolector



Módulo No Recolector

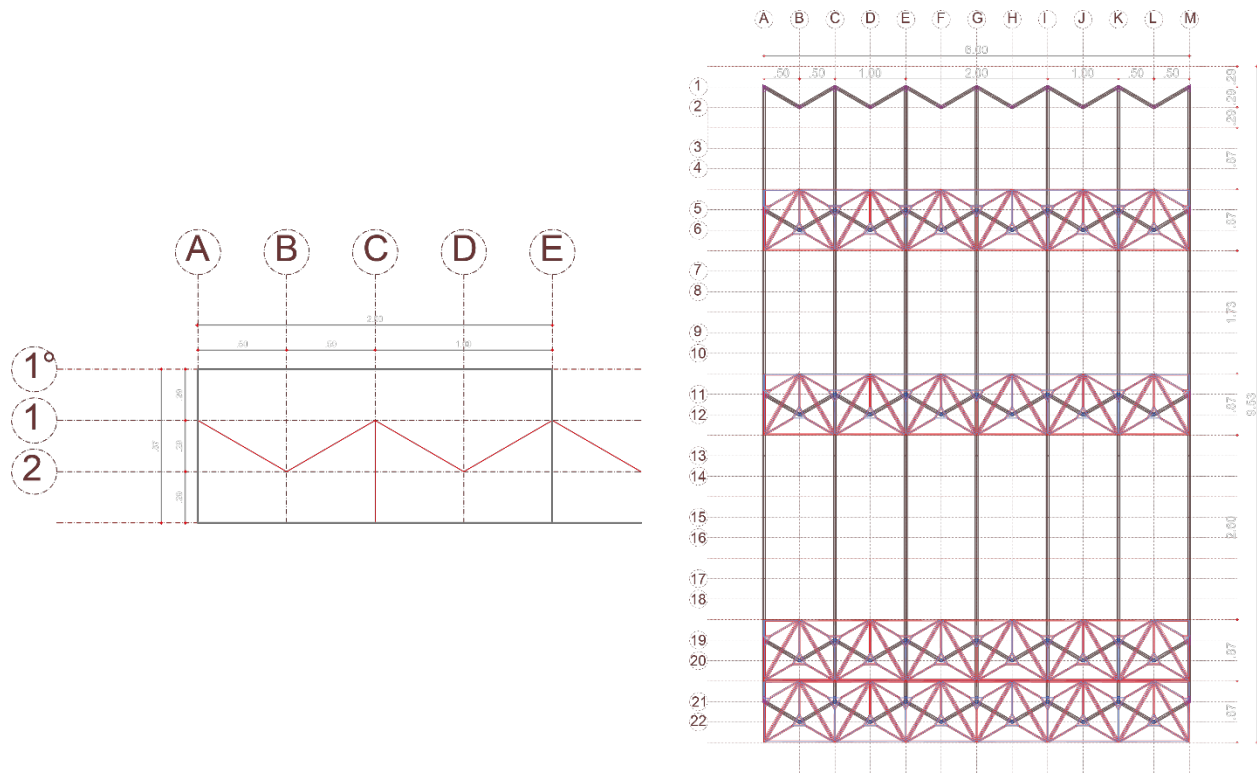


Nota. La figura 17 nos muestra por un lado el esquema del módulo recolector y a su lado el resultado del diseño del módulo no recolector el cual esta modulada para el ensamble tanto de los módulos iniciales como del sistema de tubería ranurada. Elaboración Propia.

El concepto del módulo No recolector se sustenta de la malla de diseño sobre la cual se estaba trabajando inicialmente y, es esta misma la que nos proporciona las medidas para poder ajustarse a la modulación, tanto de los módulos existentes, como de la tubería y sus respectivas uniones. Este módulo en tamaño, reemplaza a cuatro módulos recolectores, reduciendo drásticamente la cantidad de unidades en módulos a utilizar, cumpliendo con la idea de hacer el sistema más práctico y por ende más eficiente.

Figura 18

Malla de diseño de las diferentes capas del sistema de recolección de agua lluvia.



Nota. La figura 18 es un esquema resumen de la malla que se implementó para el diseño del sistema, la imagen del lado derecho es el acercamiento de una sección de la malla para poder evidenciar las medidas estándar de la malla y por ende de los módulos, la imagen del lado izquierdo es la propuesta esquemática inicial para una vivienda de Villas de Granada. Elaboración propia.

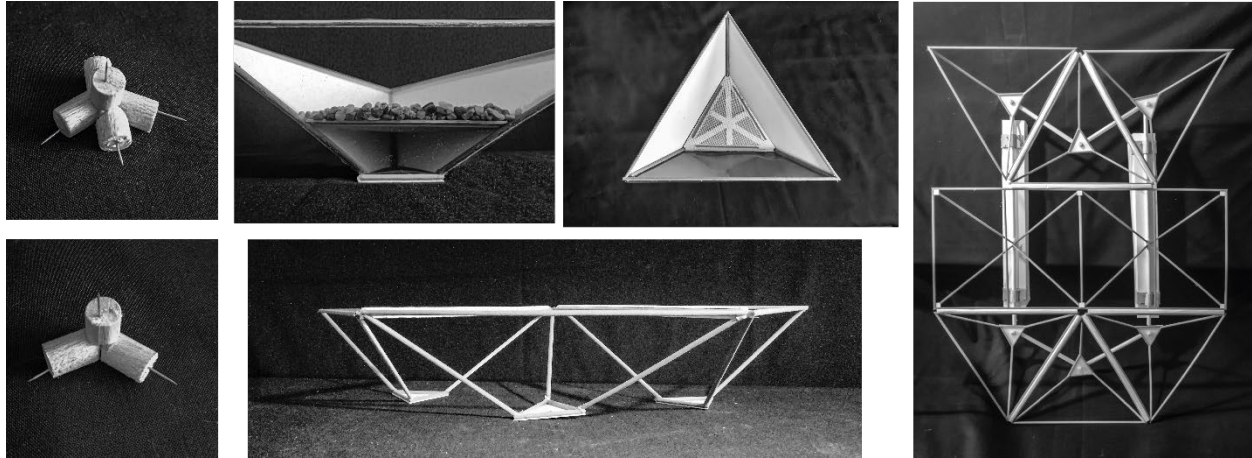
La malla de diseño es parte fundamental del proceso creativo, ya que fue el eje articulador de las formas, tanto desde el aspecto métrico como compositivo. Las diferentes intersecciones de algunos puntos de la malla son el punto de encuentro entre los nodos o uniones y las dos capas, haciendo un sistema desde el punto de vista estructural, resistente y a la vez útil, ya que transporta el líquido producto de la lluvia y a su vez se soporta por sí misma.

A raíz de estos datos y de los resultados obtenidos de las representaciones digitales, se da la opción de realizar una representación física del sistema de cubierta. Para ello, se escoge la madera como material de trabajo, varas de cedro circulares de 5 mm y se realiza un trabajo de análisis de escala para escoger la más precisa, teniendo en cuenta la medida del material base. El

resultado evidencia que la escala 1:3 es ideal, ya que iguala en el diámetro la media pulgada de la tubería proyectada para los modulo recolectores.

Figura 19

Resultado de la representación en maqueta de sistema de recolección de aguas lluvia



Nota. La figura 19 es un resumen dentro de la representación en maqueta del sistema de recolección de aguas lluvias, en donde las imágenes de la parte izquierda son las uniones que se proyectaron en madera de balso de 1 cm de diámetro, usando alfileres para simular el preñe de la tubería ranurada, las imágenes de la parte superior ubicadas en el centro son la propuesta en detalle del módulo recolector con su filtro, la imagen de la derecha es el sistema ensamblado apoyado sobre dos muros. Elaboración propia.

El proceso de maquetación abre el camino a nuevas inquietudes desde el punto de vista industrial, la fabricación de los módulos implica mucha precisión, el corte de los ángulos, las medidas de las uniones, los ángulos y las inclinaciones. Gracias a este proceso que involucro la prueba y error, se da una mirada al aspecto de producción en masa y a la necesidad futura de la asesoría de expertos en la tecnificación de los procesos industriales, pensando en la eficiencia de su producción, agilidad y calidad en el proceso.

El proceso de ensamble de la maqueta se estructuró simulando muros de 17 cm a la misma escala Esc. 1:3, se proyectaron 4 soportes a los muros, dos en cada uno, los cuales estuvieron amarrando la capa 1 al muro, logrando sujetar la capa dos al sistema. Queda claro entonces que, las suposiciones de armar el sistema en este orden, son las más pertinentes y eficientes a la hora de dejar el instructivo de armado del sistema, es decir, el armado se inicia con

la proyección o planteamiento de la ubicación de los elementos de fijación a los muros, para poder anclar la capa número 1 y seguir con el armado de la capa dos, para finalmente, terminar con la ubicación de los paneles en la misma, sobre los módulos no recolectores.

Pasando por todos estos aspectos técnicos y teniendo en cuenta la gran cantidad de información generada, se realiza un análisis de presupuestos en donde inicialmente se contempla el valor aproximado que se puede establecer en la fabricación de cada módulo. Posteriormente, se establecen las cantidades necesarias, tanto de los elementos, ya sea tubería o diferentes accesorios de la capa 1 y de los módulos de la capa dos, incluyendo los elementos que soportan las estructura al muro.

Tabla 2

Precio de fabricación de las piezas del sistema de recolección de agua lluvia

VALOR MODULO NO RECOLECTOR 1X2						TOTAL CAPA 1	VALOR ANCLEJE MURO					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITARIO	TOTAL		MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITARIO	TOTAL		
1	VARILLA 1/2 " INOXIDABLE	m	5.2	\$ 3,000.00	\$ 15,630.00	\$ 6,046,190.00	1	PERFIL U CAL 7 ACERO A 36	KG	1.5	\$ 6,000.00	\$ 9,000.00
2	soldadura	libra	0.3	\$ 25,000.00	\$ 6,250.00		2	VARILLA Rroscada	ML	0.1	\$ 4,500.00	\$ 540.00
3	CONECTORES	M2	1.7	\$ 1,200.00	\$ 2,040.00		3	TUERCAS	un	4.0	\$ 300.00	\$ 1,200.00
3							4	ARANDELAS	KG	4.0	\$ 200.00	\$ 800.00
TOTAL				\$ 23,920.00			5	PERFILIRREGULAR SUPERIOR	KG	1.0	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
							TOTAL				\$ 29,540.00	
VALOR MODULO RECOLECTOR 1X1						TOTAL CAPA 2	VALOR MODULO RECOLECTOR					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITARIO	TOTAL		MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITARIO	TOTAL		
1	VARILLA 1/2 " INOXIDABLE	m	6.1	\$ 3,916.00	\$ 23,887.60	\$ 7,525,950.00	1	VARILLA 1/2 " INOXIDABLE	m	6.1	\$ 3,900.00	\$ 23,790.00
2	soldadura	libra	0.4	\$ 25,000.00	\$ 10,000.00		2	soldadura	libra	0.4	\$ 25,000.00	\$ 10,000.00
3	Angeo	m2	0.3	\$ 6,000.00	\$ 1,500.00		3	Angeo	m2	0.3	\$ 6,000.00	\$ 1,500.00
4	poliuretano filtro	m2	0.3	\$ 22,300.00	\$ 5,575.00		4	poliuretano filtro	m2	0.3	\$ 22,300.00	\$ 5,575.00
5	gravilla	m3	0.2	\$ 50,200.00	\$ 10,040.00		5	gravilla	m3	0.2	\$ 50,200.00	\$ 10,040.00
TOTAL				\$ 51,002.60		TOTAL				\$ 50,905.00		

Nota. La Tabla 2 muestra el valor estimado de los módulos no recolectores y recolectores además del elemento que ancla la estructura al muro, los valores fueron estipulados en mercado actual del año 2020. Elaboración propia.

El análisis del presupuesto lleva a una gran preocupación y es el valor elevado del sistema sobre el análisis planteado. Por ello, se realiza una inspección más profunda dando resultados aún más altos en el coste del mismo, abriendo el camino a una intervención del Estado por medio de subsidios para el mejoramiento de la vivienda. Un factor que puede impulsar la

propuesta ya que el apoyo del Estado, tanto para la mejora de los hogares como para la implementación de sistemas amigables con el medio ambiente, y esto puede ir de la mano con la corriente de eficiencia energética que necesita el planeta.

Tabla 3

Análisis de cantidades y valor en la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias para 6 viviendas en el barrio Villas de Granada.

SISTEMA INTEGRAL DE CUBIERTA SESTRUCTURA ESTÉREA					
TUBERÍA RANURADA					
CANTIDADES CUBIERTA VIVIENDAS					
No	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAPA 1					
1	SISTEMA ANCLAJE A MURO	un	28.0	\$ 10,700.00	\$ 299,600.00
2	UNION C1 NT	un	2.0	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00
3	UNION L1 NT	un	2.0	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00
4	UNION V	un	72.0	\$ 9,000.00	\$ 648,000.00
5	UNION P4	un	72.0	\$ 22,000.00	\$ 1,584,000.00
6	UNION P4 NT	un	23.0	\$ 18,000.00	\$ 414,000.00
7	UNION V NT	un	24.0	\$ 9,000.00	\$ 216,000.00
8					
CAPA 2					
10	MODULO NO RECOLECTOR 1X2 m	un	78.0	\$ 23,920.00	\$ 1,865,760.00
11	MODULO RECOLECTOR 1X1 m	un	141.0	\$ 51,000.00	\$ 7,191,000.00
12	MODULO 0.5 X1 m	un	6.0	\$ 10,500.00	\$ 63,000.00
13	PANEL POLICARBOTATO OPACO	m2	136.5	\$ 1,850.00	\$ 252,525.00
14	PANEL POLICARBOTATO TRASLUCIDO	m2	10.5	\$ 1,850.00	\$ 19,425.00
				TOTAL CAPA 2	\$ 9,391,710.00
TUBERIA					

12	TUBERIA RANURADA 1 1/2"	ml	173.0	\$ 18,050.00	\$ 3,122,650.00

TOTAL CAPA 1 Y 2	
\$	13,842,200.00

IA INTEGRAL DE CUBIERTA SESTRUCTURA ESTÉREA TUBERÍA RANURADA					
CANTIDADES CUBIERTA VIVIENDAS					
No	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAPA 1					
1	SISTEMA ANCLAJE A MURO	un	28.0	\$ 10,700.00	\$ 299,600.00
2	UNION C1 NT	un	2.0	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00
3	UNION L1 NT	un	2.0	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00
4	UNION V	un	72.0	\$ 9,000.00	\$ 648,000.00
5	UNION P4	un	72.0	\$ 22,000.00	\$ 1,584,000.00
6	UNION P4 NT	un	23.0	\$ 18,000.00	\$ 414,000.00
7	UNION V NT	un	24.0	\$ 9,000.00	\$ 216,000.00
8					
CAPA 2					
10	MODULO NO RECOLECTOR 1X2 m	un	78.0	\$ 23,920.00	\$ 1,865,760.00
11	MODULO RECOLECTOR 1X1 m	un	141.0	\$ 51,000.00	\$ 7,191,000.00
12	MODULO 0.5 X1 m	un	6.0	\$ 10,500.00	\$ 63,000.00
13	PANEL POLICARBOTATO OPACO	m2	136.5	\$ 1,850.00	\$ 252,525.00
14	PANEL POLICARBOTATO TRASLUCIDO	m2	10.5	\$ 1,850.00	\$ 19,425.00
				TOTAL CAPA 2	\$ 9,391,710.00
TUBERIA					
12	TUBERIA RANURADA 1 1/2"	ml	173.0	\$ 18,050.00	\$ 3,122,650.00
				TOTAL CAPA 1 Y 2	
				\$	13,842,200.00

Nota. La Tabla 3 muestra el valor total del sistema en esta primera etapa presupuestal, además de las cantidades necesarias de los diferentes elementos y módulos necesarios para el ensamble del sistema. Elaboración propia.

Es en este punto en donde se resume en factor dinero el intento de realizar o implementar cualquier prototipo en la vida real. Cuánto vale realizarlo, cuánto cuesta al cliente y que tan factible puede ser su implementación, es por esto que se toman estos datos y se resuelve dividir los gastos dentro de las 6 viviendas. Así mismo, se calcula cual puede ser la fecha de retorno del dinero por el ahorro del agua, sobre los recibos de este servicio público. Apoyados en los análisis

de clima que se realizaron dentro del análisis macro y meso de este proceso investigativo se llegó a esta tabla de resultados.

Tabla 4

Tabla de resultados de los valores generados del presupuesto, respecto a la recuperación del dinero por el agua recuperada

SISTEMA INTEGRAL DE CUBIERTA SESTRUCTURA ESTÉREA TUBERÍA RANURADA				
CANTIDADES CUBIERTA PATIO 6 VIVIENDAS				
	AREA M2	AGUA RECUPERADA/M3/AÑO	VALOR RECUPERADO/PESOS/AÑO	INVERSION
SISTEMA SOBRE PATIO.	74	43.6	\$ 301,766.44	\$ 6,012,002
SISTEMA SOBRE VIVIENDA	197	116.0	\$ 803,351.21	\$ 13,572,200
TOTALES	271	159.5	\$ 1,105,118	\$ 19,584,202
COSTO POR VIVIENDA				
	AREA M2	VALOR RECUPERADO/AÑO	INVERSION	
VIVIENDA 1	45.73	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
VIVIENDA 2	44.72	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
VIVIENDA 3	44.72	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
VIVIENDA 4	44.72	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
VIVIENDA 5	44.72	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
VIVIENDA 6	45.73	\$ 184,186	\$ 3,309,033	
TOTAL	270.34	\$ 1,105,116	\$ 19,854,198	
PROMEDIO	45.06	\$ 184,186	\$ 3,309,033	

Nota. La Tabla 4 muestra el valor del sistema contando la zona de cubierta y la zona de patio, además el costo del sistema contrastado con la recuperación en pesos sobre el valor del recibo en el año. Elaboración propia.

Se evidencia un retorno en pesos al año de alrededor de \$ 1'105.116 contrastado con el coste del sistema que es de \$19'854.198, lo que quiere decir que la recuperación de la inversión se realizará en un periodo cercano a los 17 años. Un periodo de largo plazo, amortiguado con la distribución de los gastos de inversión, ya no en cabeza del dueño de un predio si no de seis personas. Así mismo, se difieren las ganancias sobre el valor del recibo, buscando un ahorro sobre el mismo. en conclusión, la inversión por cada propietario de la vivienda vendría a ser de \$ 3'309.033, haciendo más factible la recolección del dinero de varias fuentes.

4.3. Conclusiones Capítulo IV

El proyecto sistema modular de captación y filtrado de aguas lluvias “prótesis bioclimáticas” para viviendas residenciales, surgió como una propuesta técnica de diseño e implementación de estrategias para la recolección, almacenamiento y distribución de aguas lluvias. Se consideraron variables ambientales, sociales y económicas, con el fin de entender las necesidades de la zona de estudio, a través del análisis de las diferentes escalas de trabajo, que dieron como resultado la aplicación de estrategias en la búsqueda de mitigar las necesidades que se evidenciaron en el sector.

La finalidad del proyecto estaba en la aplicación de estrategias de recolección, almacenamiento y distribución de aguas lluvias, interviniendo viviendas residenciales que se beneficiarían del recurso hídrico sub utilizado, por medio de la propuesta de diseño que integra las estrategias hacia una correcta captación y disposición del líquido. Sustentados en el concepto del almacenamiento de agua filtrada, con un sistema de cubierta que realiza la captación y el filtrado, se busca la integración de la comunidad al proponer la aplicación del sistema en seis viviendas vecinas.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el sistema brinda la posibilidad de aplicación hacia las personas que se interesen, permitiéndoles tener una alternativa diferente para el ahorro de dinero o para la optimización de los recursos naturales, aportando una visión contemporánea de las necesidades básicas de una población de estrato promedio. Todo ello, con miras a generar un plus no solo de diseño si no en la conceptualización de propuestas, encaminadas a mejorar las viviendas consolidadas por medio de las prótesis bioclimáticas.

10. Bibliografía

Alder, I. Carmona, G. Bojalil, J. (2008). *manual de captación de aguas de lluvia para centros urbanos*.

https://www.academia.edu/6712743/MANUAL_DE_CAPTACION_DE_AGUAS_DE_LLUVIA_PARA_CENTROS_URBANOS

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia. Obtenido el 21 de julio de 2020. <https://bit.ly/3iAt4eg>

Cortes García, Ó.M. (2016). Estudio de la gestión del consumo actual de agua potable y alternativas de ahorro en estratos socioeconómicos 1 y 2 en la localidad de Kennedy, Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/74

Díaz, J. (2013). *Estudio comparativo estructural y de costes en cubiertas metálicas ligeras de grandes luces*. <https://www.planoyescala.com/2013/07/estudio-cubiertas-metalicas.html>

Decreto número 1285/15, junio 05, 2015, Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (Colombia). Obtenido el 04 mayo de 2020.

<http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%201285%20DEL%2012%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>

Decreto 1090/18, junio 28, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (Colombia). Obtenido el 22 de febrero de 2020.

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/7b-decreto%201090%20de%202018.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2007) *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo*. P. 27.

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2019).

<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e>

Gómez, A. (2019). *MANUAL ATHA*.

http://www.atha.es/atha_archivos/manual/index.html

García, O. (2016). *Estudio de la gestión del consumo actual de agua potable y alternativas de ahorro en estratos socioeconómicos 1 y 2 en la localidad de Kennedy, Bogotá*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/74/

Jiménez, J. (2016). Técnicas de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias.

http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/31840/Boletin_IA_321.pdf?sequence=1

Ley 812/13, junio 26, 2013), (Colombia). Obtenido el 24 de febrero de

2020. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normatividad/Ley812_de_2003.pdf

Martínez, C. (2006). *El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica*. <https://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>

Minambiente. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico.*

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_-_Gesti%C3%B3n_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf

Minambiente. (2018). *Guía para el uso eficiente y ahorro del agua.*

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/GUIA_USO_EFICIENTE_DEL_AGUA.pdf

Parga, R., Luis, J., & Pérez Martínez, R. E. (2016). análisis de la captación y aprovechamiento del agua lluvia para utilización en el campus de la universidad católica de Colombia (Bogotá), de acuerdo a las características de sus sedes. Bogotá: sn, 1.

Programa para la amazonia rural. (2017). MANUAL DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA PARA COMUNIDADES NATIVAS DE BALSAPUERTO. Ministerio de vivienda y saneamiento (Perú).

[http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/50548196_MANUAL%20O&M%20AGUA%20LLUVIA%20Y%20COMPOSTERA%20\(1\).pdf](http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/50548196_MANUAL%20O&M%20AGUA%20LLUVIA%20Y%20COMPOSTERA%20(1).pdf)

Retallack, B. J. Compendio Apuntes para Formación Personal Meteorológico. Clase IV. OMM. NO286)

Saldarriaga, A. (2017). La arquitectura popular tradicional. Universidad Nacional de Colombia. Revista Credencial.

<http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/la-arquitectura-popular-tradicional>

Sassi, P. (2006). *Strategies for sustainable architecture*.

http://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/Strategies_for_Sustainable_Architecture.pdf

Secretaria distrital del hábitat. (2017). Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá.

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/25711/Minimo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Secretaria distrital de planeación. (2017). *EXPEDIENTE DISTRITAL 2017*.

<http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/repositorio-estadistico/expediente-distrital-2017%5D>

Secretaria distrital de planeación. (2015). *Guía de lineamientos sostenibles para el ámbito Urbano Bogotá D. C.*

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/guia_urbano-_1.pdf

Secretaria distrital de planeación. (2019). *Conociendo la localidad de Engativá:*

Diagnostico de los aspectos específicos demográficos y socioeconómicos año 2009.

<http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/10%20Localidad%20de%20Engativ%C3%A1.pdf>

Venegas, L. Orellana, P. Ulloa, J. Fissore, A. Palma, F. Tapia, F. Lopez, D.(2016). *EL CONCEPTO DE PRÓTESIS PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA SOCIAL. Rescate de la diversidad de patrones locales de adaptación*

bioclimática espontánea en el espacio intersticial. Segundo Congreso de Investigación Interdisciplinaria en Arquitectura, Diseño, Ciudad y Territorio.

[http://www.protesisbioclimaticas.cl/wp-](http://www.protesisbioclimaticas.cl/wp-content/uploads/2018/05/MP_Leonardo-Agurto_EL-CONCEPTO-DE-PRO%CC%81TESIS-PARA-LA-REHABILITACIO%CC%81N-DE-VIVIENDA_corregido.pdf)

[content/uploads/2018/05/MP_Leonardo-Agurto_EL-CONCEPTO-DE-](http://www.protesisbioclimaticas.cl/wp-content/uploads/2018/05/MP_Leonardo-Agurto_EL-CONCEPTO-DE-PRO%CC%81TESIS-PARA-LA-REHABILITACIO%CC%81N-DE-VIVIENDA_corregido.pdf)

[PRO%CC%81TESIS-PARA-LA-REHABILITACIO%CC%81N-DE-](http://www.protesisbioclimaticas.cl/wp-content/uploads/2018/05/MP_Leonardo-Agurto_EL-CONCEPTO-DE-PRO%CC%81TESIS-PARA-LA-REHABILITACIO%CC%81N-DE-VIVIENDA_corregido.pdf)

[VIVIENDA_corregido.pdf](http://www.protesisbioclimaticas.cl/wp-content/uploads/2018/05/MP_Leonardo-Agurto_EL-CONCEPTO-DE-PRO%CC%81TESIS-PARA-LA-REHABILITACIO%CC%81N-DE-VIVIENDA_corregido.pdf)

ANEXOS

ANÁLISIS EN FACHADA CUADRA
Manzana intervención N 3



FORTALEZAS

Se realiza una categorización acorde a las necesidades de la investigación en busca de información pertinente para poder abordar el tema de recolección de aguas lluvias en el barrio la perla

FORTALEZAS

Se realiza una categorización acorde a las necesidades de la investigación en busca de información pertinente para poder abordar el tema de recolección de aguas lluvias en el barrio la perla

VARIABLES POR VIVIENDA
Manzana intervención

PENDIENTE CUBIERTA

- VCP Cubierta Plana
- VC1A 1 AGUA
- VC2A 2 AGUAS
- VC4A 4 AGUA O MÁS

20 %

ÁREA CUBIERTA

- VC10P
- VC50P
- VC100P
- VC70P
- VC30P

80 %

MANEJO AGUA LLUVIA

- VCC
- VCDA
- VCS
- VCDC
- VCDCl

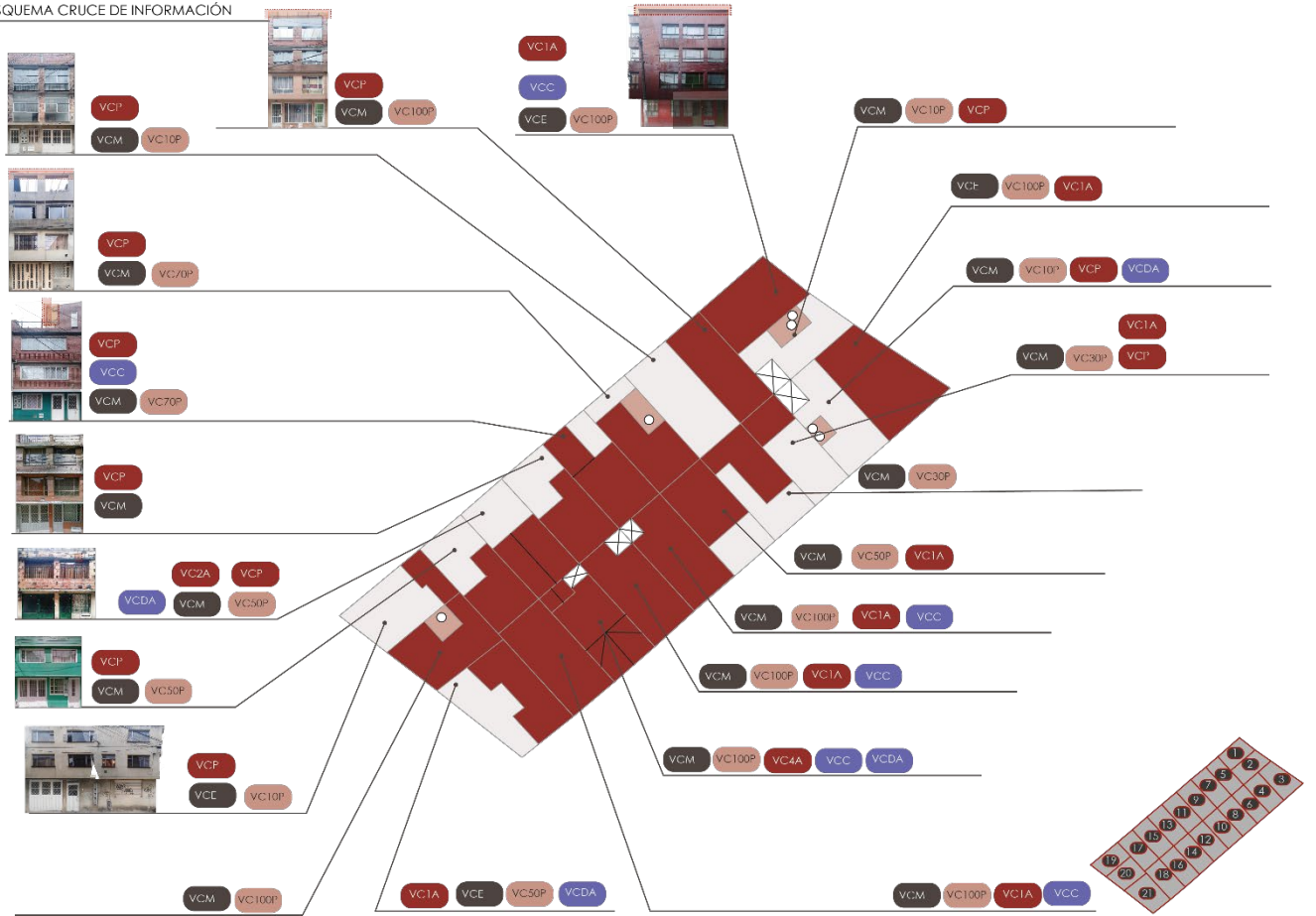
50 %

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

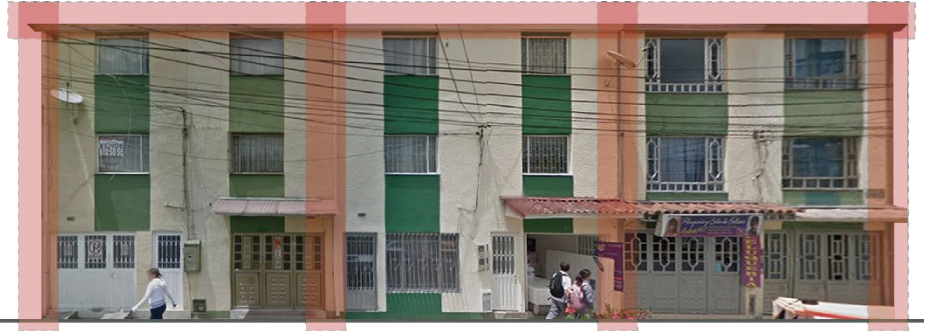
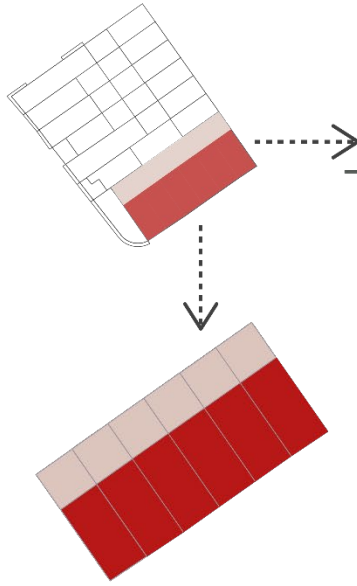
- VCE
- VCM

100 %

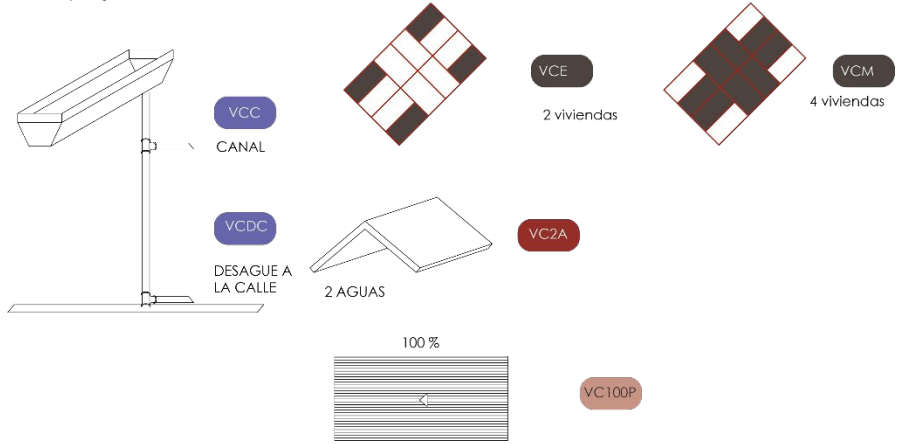
ESQUEMA CRUCE DE INFORMACIÓN



Se realiza el análisis de la fachada dando como gran conclusión que el sistema de captación de agua lluvia por medio de una bajante va directo a la calle generando el desperdicio del recurso natural



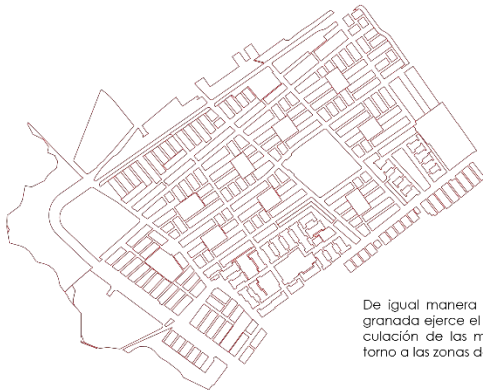
Análisis de fachada
Relación tipología de Vivienda 1 Esc. 1:300



BARRIO VILLAS DE GRANADA
LLENOS Y VACIOS Esc. 1:5000



BARRIO VILLAS DE GRANADA
Manzanas Solas Esc. 1:5000



De igual manera el parque de villas de granada ejerce el mismo papel en la articulación de las manzanas del barrio en torno a las zonas de esparcimiento

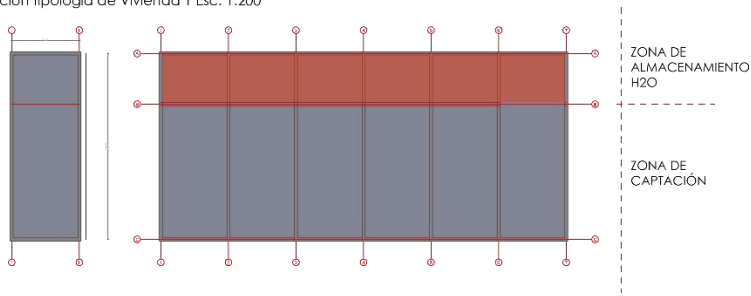


BARRIO VILLAS DE GRANADA
Análisis de fachadas

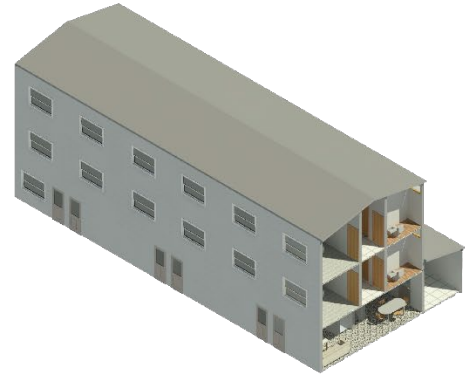
Se evidencia una relación muy estrecha entre las súper manzanas y su parque central, como zona de esparcimiento e integración entre las manzanas, los parques actúan como eje articulador.



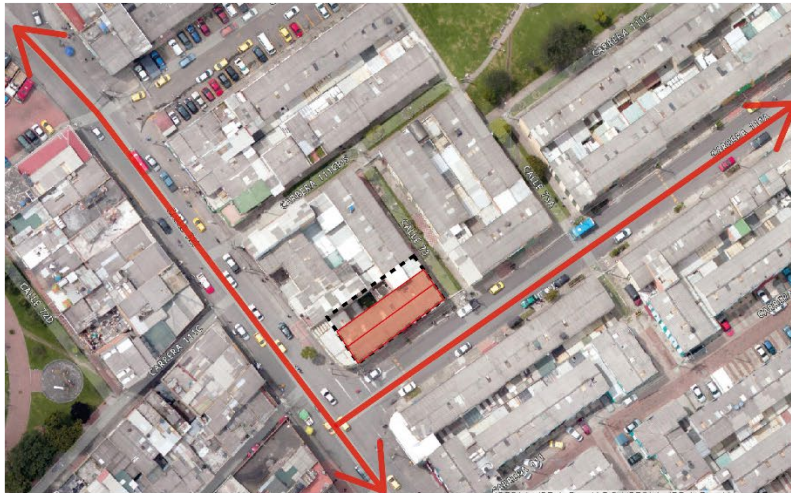
ESQUEMA RELACIÓN PATIO DE LA VIVIENDA
Relacion tipología de Vivienda 1 Esc. 1:200



ISOMÉTRICO VIVIENDA AGRUPADA
Sin Esc.



MANZANA DE INTERVENCIÓN
Relacion tipología de Vivienda 1 Sin Esc.



ISOMÉTRICO VIVIENDA INDIVIDUAL
Sin Esc.

