

TRABAJO DE GRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE
IMPLEMENTACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE USO
EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA
DE LOS ESQUEMAS DE
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
LEED, BREEAM Y GREEN STAR
PARA VIVIENDAS RESIDENCIALES
NUEVAS EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ



Andrea Marcela Joya Romero

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ingeniería Civil

Directores: Camilo Torres Pardo
Gabriel Leal Del Castillo

ÍNDICE

Introducción	1
1. PROBLEMÁTICA DEL RECURSO HÍDRICO	4
1.1 Recursos hídricos en Colombia.....	6
1.2 Recursos hídricos en Bogotá.....	8
2. NECESIDAD DE REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES NUEVAS	12
2.1 Consumo residencial de agua en la ciudad de Bogotá	13
2.2 Edificaciones nuevas residenciales en Bogotá	15
3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	17
3.1 LEED Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (EEUU)	19
3.2 BREEAM Método de evaluación y Certificación de sostenibilidad de edificaciones (RU)	20
3.3 GREEN STAR Herramienta de clasificación ambiental (AUS).....	21
4. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA CONTENIDAS EN LOS ESQUEMAS DE C.S ANALIZADOS.....	23
4.1 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- ESQUEMA LEED (USA)	23
<i>Medición de agua</i>	24
<i>Uso total de agua</i>	24
<i>Implementación de aparatos de consumo eficiente</i>	25
<i>Jardinería eficiente de agua</i>	26
4.2 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA-ESQUEMA BREEAM (RU)	26
<i>Uso de agua en interiores</i>	26
<i>Uso de agua exterior -Riego</i>	30
<i>Contadores de agua</i>	31

4.3 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- ESQUEMA GREEN STAR (AUS).....	32
<i>Uso de aparatos de consumo eficiente</i>	32
<i>Recolección de aguas lluvias</i>	33
<i>Fuentes de agua no potable</i>	33
<i>Disminución del uso de agua caliente</i>	34
5. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS DE APLICABILIDAD	37
6. FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	43
<i>Medición de agua (contadores)</i>	43
<i>Implementación de accesorios de uso eficiente y ahorro del agua</i>	45
<i>Recolección de aguas pluviales</i>	47
<i>Reciclaje de agua</i>	52
<i>Tratamiento de agua in-situ</i>	54
<i>Jardinería eficiente-Riego</i>	57
<i>Disminución del uso de agua caliente</i>	58
7. CONCLUSIONES	61
8. REFERENCIAS.....	64
9. ANEXOS.....	67
<i>Anexo 1 WaterSense Standards</i>	67
<i>Anexo 2 Productos Corona certificados por WaterSense disponibles en el mercado colombiano</i>	67
<i>Anexo 3 Empresas en Colombia que ofrecen Lavadoras de bajo consumo</i>	68
<i>Anexo 4 Empresas en Colombia que ofrecen tanques y accesorios para recolección de aguas pluviales</i>	69
<i>Anexo 5 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas</i>	71
<i>Anexo 6 Plantas aptas para sembrar en Bogotá- Jardín Botánico José Celestino Mutis</i>	73
<i>Anexo 7 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para riego de jardines</i>	73
<i>Anexo 8 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para el agua caliente solar</i>	74

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Distribución mundial del agua- Comunidad planeta azul 2013.....	4
Gráfica 2 Usos y consumo de agua a nivel mundial-agua para la vida-UNESCO 2000	5
Gráfica 3 Volumen de agua en áreas hidrográficas representativas-Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia IDEAM.....	6
Gráfica 4 Consumo de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá-Bogotá ciudad de estadísticas 2012.	12
Gráfica 5 Consumo de agua en la ciudad de Bogotá por estratos socioeconómicos- Consumo de agua en Bogotá (EAAB 2010).....	13
Gráfica 6 Consumo residencial de agua en la ciudad de Bogotá-Datos tomados de consumo de agua en Bogotá EAAB 2010.....	14
Gráfica 7 Crecimiento poblacional en Bogotá 2010 a 2020 - Datos de proyecciones DANE 2007.	15
Gráfica 8 Proyección de viviendas residenciales ocupadas en Bogotá años 2010 a 2020-Datos proyecciones del DANE 2007.....	16
Gráfica 9 Precipitaciones mensuales Bogotá año 2013- IDEAM Diciembre de 2013.	50

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cuencas alta, media y baja que componen al sistema hídrico de Bogotá-Tomada de Descripción de los Tramos del Río Bogotá-Secretaría de Hacienda 2013.....	9
Ilustración 2 Cuencas Distribución espacial de precipitaciones anuales en la ciudad de Bogotá- Tomada de Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá-IDEAM 2013.	51

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Categorías evaluadas y créditos otorgados en el esquema BREEAM	20
Tabla 2 Nivel obtenido por créditos en el esquema BREEAM.....	21
Tabla 3 Puntuación por categoría	22
Tabla 4 Línea base- LEED BD+C HOMES V.4.0	24
Tabla 5 Requisitos mínimos para la obtención de puntuación mediante la instalación de aparatos de consumo eficiente de agua.	25
Tabla 6 Número de residentes en función de dormitorios.....	28
Tabla 7 Water efficiency labeling and standards scheme	33
Tabla 8 Herramientas y estrategias propuestas por LEED BD+C HOMES V.4.0.....	37
Tabla 9 Herramientas y estrategias propuestas por BREEAM Multi Residencial 2008.....	39
Tabla 10 Herramientas y estrategias propuestas por GREEN STAR Multi Unit Residencial V.1.0.....	41

Tabla 11 Comparación de estándares para aparatos sanitarios eficientes establecidos por cada esquema de C.S evaluado Vs. NTC 5757-NTC 1500.....	46
Tabla 12 Beneficios de implementación de sistemas descentralizados de tratamiento de aguas.	55

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial tanto para la supervivencia y el bienestar de los seres vivos como para el ser humano y el desarrollo de su economía. Sin embargo los recursos hídricos se encuentran repartidos de manera desigual y están sometidos a una alta presión debido a factores relacionados con las actividades antropogénicas.

El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización desordenados y/o no planificados han llevado a una sobre explotación de este recurso; de hecho el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento poblacional¹. Esto sumado a factores tales como el aumento de la contaminación en los cuerpos de agua, los cambios climáticos y las variaciones en las condiciones naturales, han conducido a que una importante proporción de la población mundial se enfrente a una disponibilidad limitada de agua. De acuerdo con las estimaciones de la ONU, actualmente 80 países del mundo se enfrentan a serios problemas de escasez². De tal forma que cerca de 1.200 millones de personas alrededor del mundo viven en áreas de escasez física de agua, mientras que otros 500 millones se aproximan a esta misma situación³.

Aunque el planeta tierra posee suficiente agua para abastecer a los más de 7.000 millones de personas que lo habitan, este recurso no sólo está distribuido de manera irregular, sino que se utiliza de forma insostenible, por lo cual su desperdicio se suma a los factores que demandan mejorar sustancialmente la gestión del recurso hídrico.

Diferentes países han implementado medidas encaminadas a propiciar el uso eficiente y ahorro del agua desde el sector de la construcción, teniendo en cuenta la importante representación que tiene este sector en el consumo de recursos naturales, incluyendo el recurso hídrico. Para esto, se han desarrollado esquemas de construcción sostenible (C.S) los cuales permiten evaluar objetivamente el grado de sostenibilidad ambiental de las edificaciones durante su ciclo de vida. Algunos de los programas de C.S de mayor reconocimiento a nivel mundial incluyen LEED por sus siglas en inglés (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, EEUU), BREEAM, (Método de Evaluación Ambiental BRE, RU) y GREEN STAR, una herramienta de clasificación ambiental originaria de Australia.

En Colombia aún no existe un esquema de C.S propio, por lo que se recurre a esquemas de otros países tales como LEED, para obtener el sello de sostenibilidad. Actualmente el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), está desarrollando, en conjunto con entidades oficiales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones Sostenibles. Sin embargo, este sello inicialmente aplicará sólo para edificaciones no residenciales⁴. Por otra parte, existe el Proyecto de

¹ ONU-DAES 2005.

² ONU, 2006.

³ UN WATER 2005

⁴ <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones>

Acuerdo No. 186 de 2008 el cual ordena la creación del estándar único de C.S para el Distrito Capital, cuyos principales objetivos son disminuir el impacto de la ciudad sobre el medio ambiente y reducir el uso de los recursos naturales por parte de los habitantes. Estos objetivos se desean alcanzar incentivando a las compañías constructores de la capital a adoptar estándares de C.S que midan objetivamente la reducción en el impacto ambiental de los proyectos a desarrollar. De igual manera, el Acuerdo 323 de 2008, establece que el Gobierno Distrital diseñará e implementará un estándar único de C.S (EUCS por sus siglas) para el Distrito Capital a través de la Secretaría Distrital de Planeación y demás entidades competentes. Estas iniciativas son complementadas con la Resolución 5926 de 2011, por la cual se crea y regula el programa de reconocimiento ambiental a edificaciones Ecoeficientes (PRECO por sus siglas), la cual tiene por objeto promover proyectos constructivos ecoeficientes y amigables con el entorno, que promuevan la implementación de nuevas tecnologías que favorezcan la sostenibilidad ambiental.

De acuerdo a lo anterior, se hace evidente que la C.S en Colombia está basada en acuerdos, decretos, resoluciones y leyes que aún no cuentan con un documento que establezca las técnicas y tecnologías que se puedan implementar para hacer un uso eficiente y generar un ahorro de agua en los hogares de Bogotá, de igual manera que permita evaluar el grado de sostenibilidad acorde a su contexto.

Así mismo al adoptar herramientas contenidas en esquemas de C.S de origen extranjero, se encuentra una limitación desde el punto de vista de su aplicabilidad, ya que factores como el contexto socio-económico, la disponibilidad de tecnologías, los patrones de consumo y las condiciones técnicas de nuestras ciudades, entre otros, difieren a los de los países para los cuales se desarrollaron estos esquemas.

En este documento se realiza un compendio sobre las medidas para el uso eficiente y ahorro del agua contenidas en tres esquemas de C.S escogidos, así como un análisis de su aplicabilidad en las viviendas residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá. Para lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Establecer la aplicabilidad de herramientas de uso eficiente y ahorro del agua, de los esquemas de construcción sostenible LEED (EEUU), BREEAM (RU), GREEN STAR (AUS) para la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos:

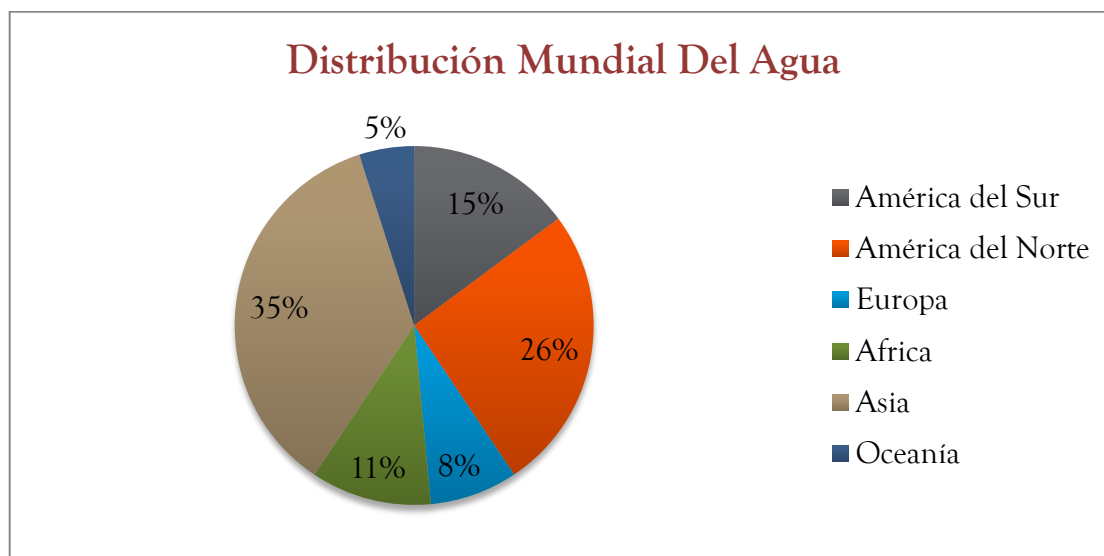
- Identificar las herramientas de uso eficiente y ahorro del agua disponibles en los esquemas de construcción LEED, BREEAM y GREEN STAR, para edificaciones residenciales nuevas, con sus limitaciones y requisitos de aplicación a nivel técnico y tecnológico.
- Identificar las innovaciones, modificaciones y/o adaptaciones que se requeriría para que estas herramientas puedan ser implementadas en viviendas residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, incluyendo adaptaciones técnicas para el sector constructivo y disponibilidad de tecnologías.
- Establecer la viabilidad de la aplicación de cada una de las herramientas analizadas para la ciudad de Bogotá, desde una perspectiva técnica y tecnológica.

1. PROBLEMÁTICA DEL RECURSO HÍDRICO

La tierra tiene una superficie de 510.072 millones de Km², de los cuales 363 millones de Km² están cubiertos por agua, lo que corresponde alrededor del 71% de la superficie terrestre. El 97% del agua se encuentra en el mar, por lo que tan sólo el 3% del total es agua dulce y de este 3%, el 1% está en estado líquido y el 2% restante en estado sólido⁵.

Uno de los principales factores de la problemática del recurso hídrico se encuentra asociado con su distribución: el 73% de la población mundial tiene acceso a tan sólo un 39% del total del recurso hídrico⁶, por lo que no todos los continentes del planeta cuentan con una disponibilidad de agua proporcional a su población y necesidades de abastecimiento.

Revisando un poco más en detalle y como se observa en la gráfica 1, los continentes con mayor disponibilidad de recurso hídrico son Asia y América del Norte seguidos por América del Sur y África y por último Europa y Oceanía. Mientras que el 56.6% de la población vive en Asia, esta cuenta con tan sólo un 35% del recurso hídrico; por su parte, la población total de América representa el 13% de la población mundial, con un acceso a más del 40% del recurso.



Gráfica 1 Distribución mundial del agua- Comunidad planeta azul 2013

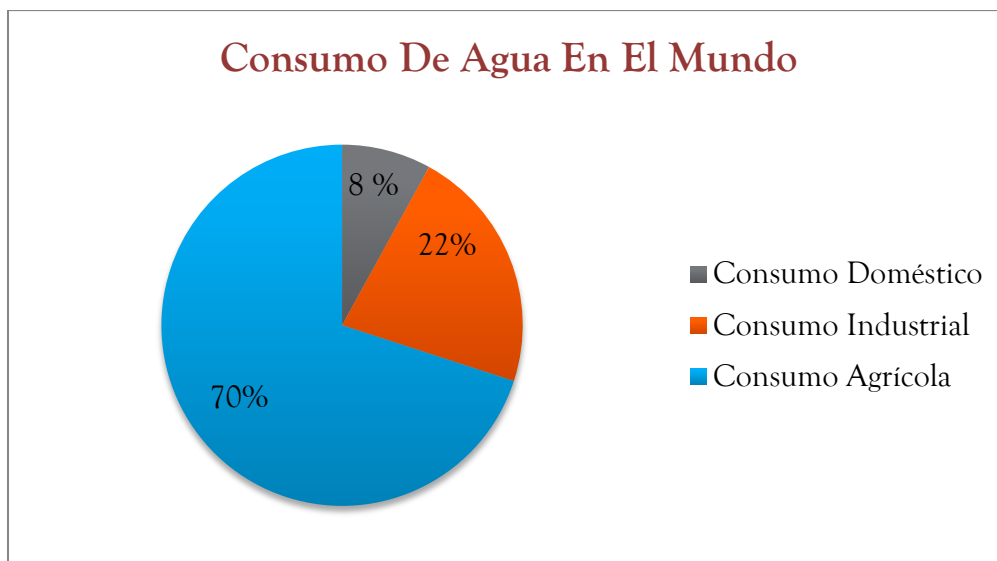
⁵ Comunidad Planeta Azul - Distribución del agua en nuestro planeta

⁶ Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos-Naciones Unidas Marzo 2012

Ahora bien, el mundo dispone de 12.500 a 14.000 millones de metros cúbicos de agua por año para uso poblacional, lo cual representa unos 9.000 metros cúbicos por persona al año. Se calcula que para el año 2025 la disponibilidad global de agua dulce per cápita descenderá a 5.100 m³ por persona al año, debido a que se espera un aumento de 2.000 millones de habitantes en la población mundial⁷. Esta cantidad parecería suficiente, pero debe tenerse en cuenta que la presión sobre el recurso hídricos es cada vez mayor, debido a factores tales como el incremento en los niveles de contaminación, los cuales generan una reducción permanente de la disponibilidad del recurso.

A pesar de los esfuerzos de muchos gobiernos, conscientes de la necesidad de preservar el recurso hídrico, aún se requiere de un mayor impacto en las prácticas actuales de uso eficiente y ahorro del agua, por lo que la necesidad de fortalecer las estrategias para fomentar la consciencia del uso adecuado y la conservación del agua son una prioridad para el bienestar del ser humano.

Todas las actividades antrópicas ejercen una presión sobre el recurso hídrico, incluyendo el sector industrial, comercial, residencial, agrícola, entre otros. En el establecimiento de estrategias para el uso eficiente del agua es importante conocer cuáles son los porcentajes de consumo que representa cada sector. En la gráfica 2 se puede observar que a nivel mundial el sector que más demanda el recurso es el agrícola, con un 70% total de consumo; por su parte, el 8% del total de agua es demandado por el sector doméstico⁸.



Gráfica 2 Usos y consumo de agua a nivel mundial-agua para la vida-UNESCO 2000

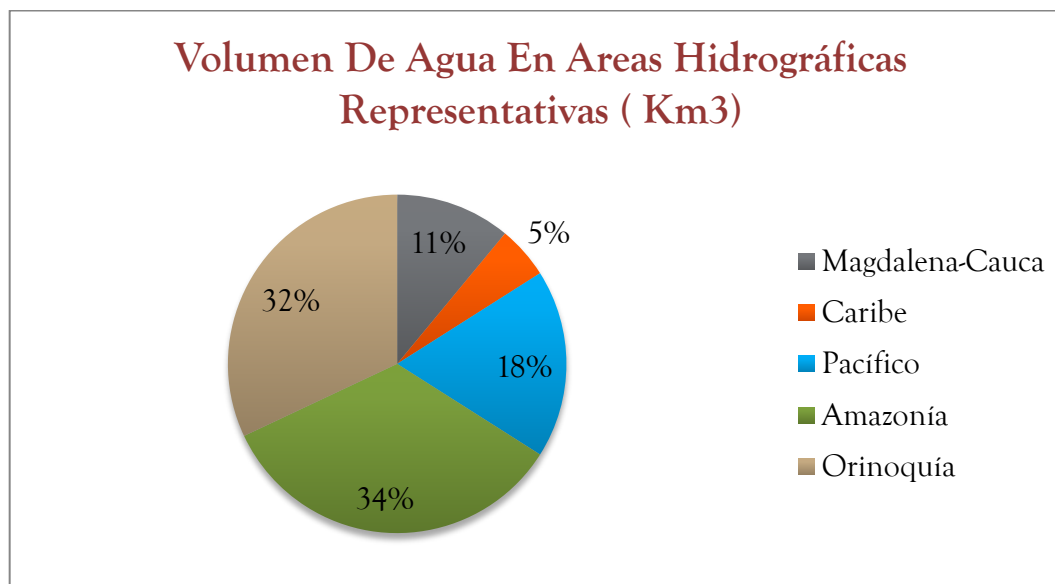
⁷ Informe sobre Desarrollo Humano 2006 “Más allá de la escasez: poder, pobreza y crisis mundial del agua” Capítulo 6. PNUD, 2006.

⁸ Oficina De Las Naciones Unidas Para La Reducción Del Riesgo de Desastres 2010- Consumo anual de agua en Colombia..

1.1 RECURSOS HÍDRICOS EN COLOMBIA

Colombia se caracteriza por tener ecosistemas con un potencial hídrico valioso, además de contar con una ubicación estratégica en la zona tropical. La ubicación geográfica, la variada topografía y el régimen climático que tiene el territorio colombiano entre otros factores, determinan que Colombia cuente con una de las mayores ofertas hídricas en el mundo⁹. Esta riqueza hídrica se manifiesta en una extensa red fluvial superficial que abarca al país en unas condiciones propicias de almacenamiento de aguas subterráneas¹⁰, en la presencia de cuerpos de agua lénticos¹¹ y en la presencia de grandes extensiones de humedales.

Adicionalmente, Colombia cuenta con una precipitación media anual de 3.000 mm, con una evotranspiración real de 1.180 mm y una esorrentía media anual de 1.830 mm. Del volumen de precipitación anual, 61% se convierte en esorrentía superficial generando un caudal medio de 67.000 m³/seg equivalente a un volumen anual de 2.084 Km³ que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental. La distribución del recurso hídrico por regiones se ilustra en la gráfica 3:



Gráfica 3 Volumen de agua en áreas hidrográficas representativas-Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia IDEAM.

Sin embargo, este potencial hídrico se ve reducido por múltiples factores. Por un lado, la oferta hídrica no se encuentra distribuida proporcionalmente entre las poblaciones de las

⁹ Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 124

¹⁰ Las aguas subterráneas son el agua situada por debajo de la superficie del suelo en los espacios porosos del suelo y en las fracturas de las formaciones rocosas. Ecología hoy 2010.

¹¹ Cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas y los pantanos. Cuerpos de agua lénticos-SIAC 2010- Capítulo 3.

diferentes regiones del país, además de estar sometida a fuertes variaciones relacionadas con factores hidrológicos y al cambio climático, limitando así la disponibilidad del recurso.

Por otra parte, las actividades antrópicas y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales han comprometido seriamente la calidad del agua y la disponibilidad de este recurso para su aprovechamiento; se estima que en Colombia solo un 22% del total de las aguas residuales generadas son tratadas antes de ser devueltas a las fuentes hídricas. Esto sumado a la problemática de los vertimientos de residuos sólidos y líquidos a los cuerpos hídricos, provenientes de zonas de asentamientos ilegales y de otras fuentes, hace aún más preocupante la problemática del recurso hídrico en nuestro país.

En consecuencia, la disponibilidad del agua en Colombia es cada vez menor; ha sido tal la presión sobre el recurso hídrico que a finales del siglo XX Colombia ocupaba el cuarto lugar en el mundo por disponibilidad per cápita de agua, mientras que a principios del presente siglo, de acuerdo con el Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo “Agua para todos-agua para la vida” (2003), Colombia ocupó el puesto 24 entre 203 países¹², lo cual refleja que el aprovechamiento del agua no cuenta con políticas a largo plazo para el manejo eficiente de los recursos hídricos.

A pesar de los esfuerzos del Estado y del establecimiento de políticas para el uso eficiente y ahorro del agua, incluyendo la Ley 373 de 1997, el Decreto 3102 de 1997, los planes departamentales de agua, entre otros, la problemática del recurso hídrico en Colombia se asocia también a la manera en la que la sociedad utiliza este recurso, dado que los patrones generales de consumo en Colombia no obedecen a una cultura de uso eficiente y ahorro del agua¹³. De hecho se estima que del total demandado para actividades humanas en Colombia, se desperdicia entre un 40 y un 50%¹⁴.

Por su parte el programa de evaluación del agua en el mundo de las Naciones Unidas, recomienda adoptar un enfoque de gestión integral de recursos hídricos, teniendo en cuenta cuatro dimensiones de la gobernabilidad¹⁵ del agua, a saber:

1. Dimensión social – uso equitativo
2. Dimensión económica – uso eficiente
3. Dimensión política – iguales oportunidades democráticas
4. Dimensión ambiental – uso sostenible

¹² Estado del agua en Colombia. Oferta y calidad-SIAC

¹³ El medio ambiente en Colombia- El Agua- Capítulo 4- IDEAM

¹⁴ El agua potable y el saneamiento en los planes de desarrollo-Panorama Nacional Capítulo 1.

¹⁵ “Se aclara que gobernabilidad no es sinónimo de gobierno. Es más bien un proceso que considera la participación a múltiples niveles más allá del Estado, en donde la toma de decisiones incluye no solamente a las instituciones públicas, sino a los sectores privados, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general”. Centro del tercer mundo para el manejo del agua. México.

Lo anterior puede lograrse a través de reformas en las políticas de aprovechamiento del agua, de lograr cambios en los patrones de consumo y por ende, de una sensibilización efectiva y educación sobre la necesidad de implementar el ahorro y uso eficiente del agua¹⁶.

A diferencia del porcentaje a nivel mundial, se estima que en Colombia el uso doméstico de agua representa el 29% de la demanda, representando así el segundo sector que más demanda agua, precedido por el sector agrícola¹⁷. Como se describe más adelante, en las zonas urbanas este porcentaje es aún mayor, debido a las actividades económicas que se desarrollan en las ciudades y su densidad poblacional, la cual es sustancialmente superior a la de las zonas rurales.

De esta forma, fomentar el uso eficiente y ahorro desde el sector doméstico implementando esquemas de construcción sostenible, podría contribuir sustancialmente a lograr un impacto positivo en la preservación de este recurso, como se describe en el Capítulo 3.

1.2 RECURSOS HÍDRICOS EN BOGOTÁ

Bogotá cuenta con un sistema hídrico compuesto por la cuenca alta del río Bogotá, el cual nace en el Alto de la Calavera, en el municipio de Villapinzón. En su nacimiento las aguas de este río son cristalinas, comenzado su recorrido hacia el sur-oeste pasando a través del municipio de Villapinzón hasta Cota. A tan sólo 8 Km del nacimiento de este río llegan las aguas servidas del municipio de Villapinzón además de los desechos de las curtiembres, los cuales son altamente tóxicos con contenidos elevados de cromo, plomo y otros metales pesados los cuales son perjudiciales para la salud. De igual manera, la caracterización del agua en estos puntos de vertimientos indican trazas de sangre, tanino vegetal y piel¹⁸.

Las actividades de minería, construcción e industria aportan también desechos al río. La minería a gran escala e incluso la artesanal utilizan canteras para la excavación de roca, lo cual implica una erosión del suelo, generando vertimientos al cauce con sedimentos. Adicionalmente la actividad de construcción invade la ronda del río, contribuyendo esto a vertimientos de basuras, aguas residuales, entre otros.

La cuenca media comprende el tramo de la Sabana de Bogotá hasta el municipio de Soacha, desembocando en el embalse del Muña. Este tramo presenta un alto grado de contaminación ya que las aguas negras de los habitantes de la ciudad son vertidas en los afluentes del río Bogotá en este tramo (río Salitre, Fucha y Tunjuelito), reduciendo así el nivel de oxígeno disuelto en el agua y presentando un olor fétido causado por un alto contenido de material orgánico sumado a los desechos de las grandes industrias.

Finalmente se encuentra la cuenca baja, la cual empieza en los límites de los municipios de Soacha y Sibate y finaliza su recorrido en el municipio de Girardot, en donde desemboca al río Magdalena. Este tramo también es una gran fuente de contaminación, ya que el río

¹⁶ “Misión Gobernanza del Agua” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y la Agencia Presidencia de Cooperación, 2011

¹⁷ Consumo anual de agua en Colombia. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres 2010.

¹⁸ Sustancia orgánica que se emplea para convertir la piel cruda de animales en cuero.

recibe las descargas de aguas negras de los municipios de Mesitas, Anapoima, La Mesa, Apulo, Tocaima, entre otros.

En la ilustración 1 se observan las cuencas alta, media y baja que componen el sistema hídrico de la ciudad de Bogotá:



Ilustración 1 Cuencas alta, media y baja que componen al sistema hídrico de Bogotá- Tomada de Descripción de los Tramos del Río Bogotá-Secretaría de Hacienda 2013.

Por otra parte el suministro de agua potable para la ciudad está a cargo de la empresa de servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, la cual abastece de agua a la ciudad mediante los siguientes sistemas de captación, almacenamiento, conducción, producción y distribución¹⁹:

- Sistema de captación: las principales fuentes de abastecimiento son el sistema Chingaza, el Río Guayabero, la Quebrada de Zaute, la Quebrada la Leona, el Río

¹⁹ Sistema de Abastecimiento de agua en Bogotá- Secretaría Distrital de Planeación.

Guatiquía y la Quebrada El Whisky.

- Sistema de almacenamiento, para el almacenamiento de grandes volúmenes de agua: Presa Golillas, Embalse la Regadera, Embalse de Chingaza, Dárcena, Embalse San Rafael y el Embalse de Chuza.
- Sistema de conducción: está compuesto básicamente de túneles y tuberías que interconectan los sistemas.
- Sistemas de producción: son las plantas de tratamiento que se encargan de purificar y/o depurar el agua. Las principales plantas de tratamiento son Weisner, Planta El Dorado, La Laguna, Vitelma y Tibitoc.
- Sistema de distribución: la red de distribución dentro del área metropolitana es la encargada de llevar el agua a los consumidores. Esta red se compone de 12 Km de túneles, 477 Km de redes matrices, 7000 Km de redes de distribución, 57 tanques de almacenamiento con capacidad para 572.000 m³, 41 estaciones de bombeo y 9 estructuras de control.

Ahora bien, la dinámica metropolitana y el comportamiento ciudadano ejercen sobre la naturaleza y sus ecosistemas presiones ambientales casi imposibles de soportar. Siendo Bogotá el principal centro urbano, económico, social y cultural del país, en esta ciudad habitan personas de todas las regiones de Colombia.

Bogotá se encuentra sometida a un daño y presión permanente de sus ecosistemas. Anteriormente se nombró el sistema hídrico con el que cuenta Bogotá el cual está siendo directamente afectado por la contaminación que llega día a día a los cuerpos de agua por los vertimientos de aguas residuales debido en parte al desarrollo urbanístico desordenado, industrias, falta de planeación y conciencia cultural ciudadana, sumando a esto el consumo residencial de agua que representa el 80% seguido por el sector industrial con un 17% y por último el sector de servicios con un 3%. Comparando estos resultados con la demanda a nivel nacional, Bogotá presenta un incremento de tres veces el consumo de agua doméstica ²⁰. Así mismo, los cambios climáticos están produciendo destrucción de los páramos y la disminución de los afluentes, reduciendo el suministro de agua a la población.

Bogotá tiene un área de 163.574 hectáreas y una población estimada de 7'776.845 habitantes, distribuidas en 20 localidades de las cuales 19 son urbanas y una es estrictamente rural; sin embargo, existen localidades que tienen suelo urbano y rural.

Contemplado lo anterior y con el fin de generar acciones que permitan la conservación y manejo integral del recurso hídrico se han implementado diferentes medidas, tales como la Ley 373 de 1997, por la cual se establece el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua,

²⁰ Estimación del consumo requerido de agua para un subsector del sector agroalimentario de la ciudad de Bogotá- Universidad Nacional de Colombia 2012

enfocado en contribuir en el manejo sostenible del recurso, mediante la generación de cambios en la cultura del uso del agua. De esta forma, esta ley decreta que corresponde a las Autoridades Ambientales establecer consumos básicos en función de los usos del agua y desincentivar los consumo máximos de cada usuario, así como definir los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro de agua y desestimulen el uso ineficiente.

Por otra parte, el artículo 6, de la Ley 373 de 1997, informa que todas las entidades que presten servicios de acueducto y riego disponen de un plazo de un año para adelantar programas orientados a la instalación de medidores de consumo a todos los usuarios con el fin de controlar y gestionar el consumo del agua. Así mismo el Decreto 3102 de 1997, por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997, establece la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

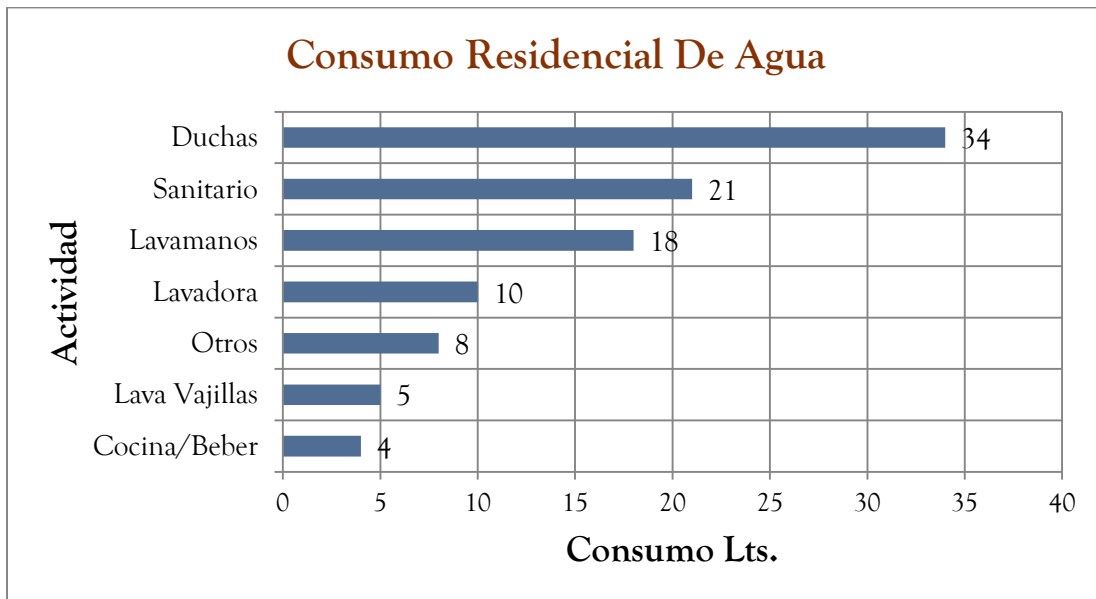
A pesar de la implementación de leyes, decretos, programas, normas, entre otros, el recurso hídrico cada día se ve más afectado en la ciudad de Bogotá, estando perjudicado directamente por el consumo residencial debido a los patrones de consumo que se basan en las costumbres, los hábitos y comportamientos de los ciudadanos, por lo cual es necesario fomentar y fortalecer aún más las estrategias y consciencia del uso adecuado y conservación del agua.

2. NECESIDAD DE REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES NUEVAS

Como se describió en el capítulo anterior, el uso residencial de agua juega un papel importante en la problemática del recurso hídrico. Los patrones de consumo en las diferentes ciudades están ligados a los hábitos, costumbres y comportamientos definidos por las actividades y procesos cotidianos propios de cada ciudad, así como por otros aspectos tales como el clima, el nivel económico, el costo de acceso al recurso, entre otros.

Además de los impactos implicados en la captación, tratamiento y distribución del agua, la generación de vertimientos se suma a los impactos derivados del consumo de agua, cuyo volumen es proporcional a la cantidad de agua consumida. De esta forma, al adoptar medidas que permitan racionalizar el consumo de agua a nivel residencial constituye una herramienta importante dentro de las acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar, manejar y aprovechar razonablemente los recursos hídricos disponibles para las ciudades²¹. De igual forma, del uso eficiente del agua se pueden derivar otros beneficios relacionados con el manejo de aguas residuales y aguas de escorrentía, que en épocas de lluvia pueden causar problemas de inundaciones y saturación de las redes de alcantarillado.

El uso residencial de agua está definido por actividades que satisfacen las necesidades básicas de los usuarios y cada actividad tiene un promedio de consumo, el cual se encuentra estimado a nivel mundial²² como se observa en la gráfica 4:



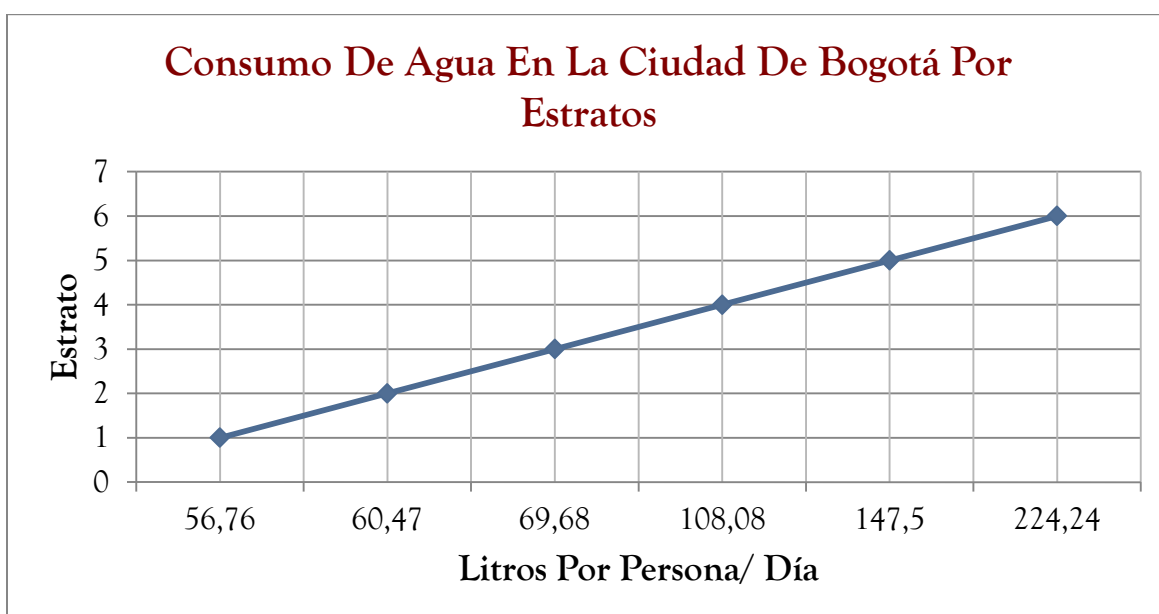
Gráfica 4 Consumo de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá-Bogotá ciudad de estadísticas 2012.

²¹ Bogotá ciudad de estadísticas, Consumo y producción de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá. Complemento al boletín 40-2012.

²² Decenio Internacional Para La Acción “ El Agua Fuente De Vida 2005-2015”.

2.1 CONSUMO RESIDENCIAL DE AGUA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

De acuerdo con los datos disponibles en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC 2013), el consumo diario per cápita en la ciudad de Bogotá está dividido por estratos. En la gráfica 5 se puede observar la estimación promedio del consumo diario por persona día, por nivel económico. Para los estratos 1 a 3, el consumo se encuentra dentro del rango del mínimo vital diario por persona establecido internacionalmente el cual se encuentra entre 50 y 100 lts por persona día²³, consumiendo un promedio de 62,3 lts por persona día. Los estratos 4, 5 y 6 por su parte, están por encima de este mínimo vital consumiendo un promedio de 159,94 lts por persona día²⁴.

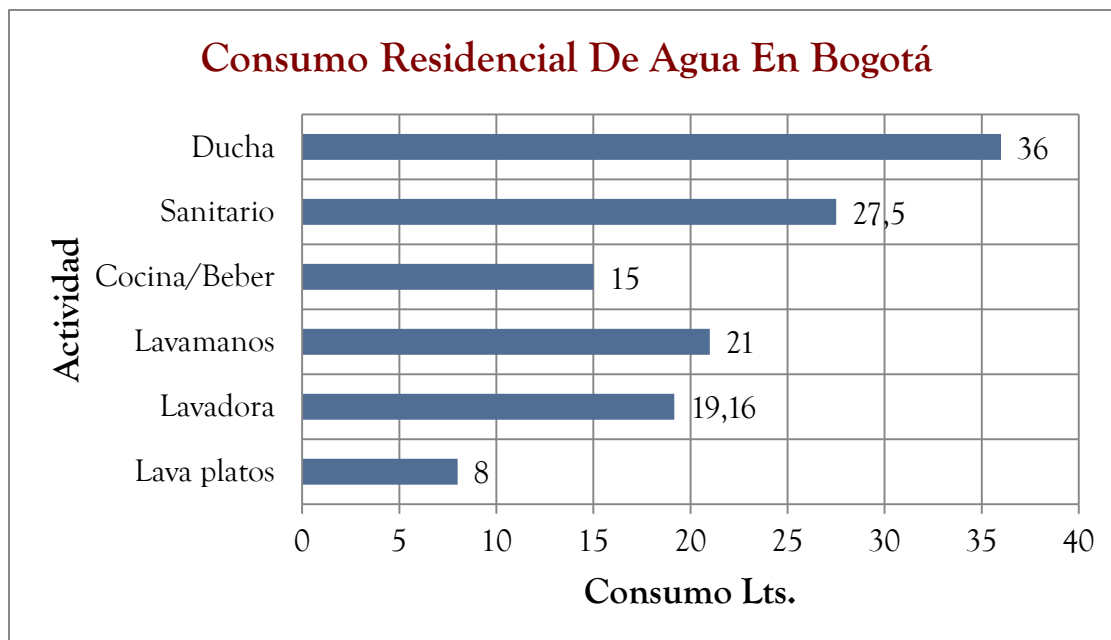


Gráfica 5 Consumo de agua en la ciudad de Bogotá por estratos socioeconómicos- Consumo de agua en Bogotá (EAAB 2010).

Por otra parte, como se observa en la gráfica 6, los patrones de consumo en la ciudad de Bogotá indican que casi un 50% del agua consumida es utilizado para fines no potables, sumando el consumo promedio estimado para descargas sanitarias y para lavandería.

²³ OMS, 2003.

²⁴ Consumo de agua en Bogotá - EAAB 2010



Gráfica 6 Consumo residencial de agua en la ciudad de Bogotá-Datos tomados de consumo de agua en Bogotá EAAB 2010

Adicionalmente, el crecimiento demográfico en la ciudad²⁵ ha sido acelerado (ver gráfica 7), lo cual lleva a suponer que conservando los mismos patrones de consumo en el sector residencial, la presión sobre el recurso hídrico para generaciones futuras será mayor y por ende, la oferta hídrica se verá cada vez más limitada.

No sólo los factores asociados a los patrones de consumo tienen un impacto en la demanda del recurso hídrico. Se debe tener en cuenta además las pérdidas en los sistemas de abastecimiento y distribución, los cuales son conocidos en Colombia como el índice de agua no contabilizada (IANC). Este índice representa el porcentaje de pérdidas de agua asociado a pérdidas técnicas (deterioro en la infraestructura incluyendo fugas, roturas, etc.) y comerciales (conexiones clandestinas e ilegales)²⁶.

Actualmente en Bogotá el índice de agua no contabilizada se estima alrededor del 40%²⁷, porcentaje que se debe sumar a cada metro cúbico de agua efectivamente consumido, implicando además sobrecostos en el suministro del recurso. Se estima que en el transcurso del año 2012 el volumen de agua por conexiones ilegales (las conexiones ilegales usan alrededor de 90.000 m³ de agua diarios) fue de 2'514.723 m³, volumen que habría servido

²⁵ Cómo el crecimiento demográfico influye en el consumo de agua. End use water consumption in household's impact of socio-demographic factors and efficient devices. Journal of cleaner production. 2011.

²⁶ Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico. Diciembre de 2009.

²⁷ En Bogotá el desperdicio técnico y uso ilegal del agua demanda aproximadamente un 40% del agua realmente consumida (EAAB,2010), lo cual se conoce como índice de agua no contabilizada.

para abastecer agua por más de 10.000 años a una familia compuesta por 5 personas en Bogotá²⁸.



Gráfica 7 Crecimiento poblacional en Bogotá 2010 a 2020 – Datos de proyecciones DANE 2007.

Lo anteriormente expuesto es sólo una aproximación de la complejidad de los factores que hacen necesaria una gestión del recurso hídrico desde el sector residencial, demandando el fortalecimiento de medidas que permitan un uso eficiente y ahorro del agua por parte de los habitantes de esta ciudad.

2.2 EDIFICACIONES NUEVAS RESIDENCIALES EN BOGOTÁ

Como se ha venido analizando, el crecimiento poblacional es un factor que influye directamente en la presión sobre el recurso hídrico; de la misma manera el crecimiento poblacional en las ciudades demanda la construcción de la infraestructura necesaria para su sostenimiento, incluyendo la construcción de edificaciones residenciales.

De acuerdo con cifras del DANE, en el primer trimestre del año 2013 se culminaron 1'297.027 construcciones destinadas para uso residencial y se estimaron que 1'657.063 construcciones serian obras nuevas para uso residencial²⁹. Si se observan las proyecciones de las viviendas a ser ocupadas en Bogotá entre los años 2010 y 2020 (ver gráfica 8), se encuentra que es necesario tomar medidas que garanticen un uso eficiente y ahorro del agua por parte de este sector, dentro de las medidas encaminadas a preservar el recurso hídrico y asegurar el abastecimiento para generaciones futuras.

²⁸ EAAB 2013

²⁹ Información estadística -Estructura general del censo de edificaciones según áreas urbanas y metropolitanas 2007 (III trimestre) - 2013 (III trimestre) DANE.



Gráfica 8 Proyección de viviendas residenciales ocupadas en Bogotá años 2010 a 2020- Datos proyecciones del DANE 2007.

3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Se estima que el sector de la construcción contribuye con el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y consume hasta un 40% de toda la energía. Dado el crecimiento masivo de las nuevas construcciones alrededor del mundo y las ineficiencias de los edificios existentes si se continúa con los estándares tradicionales de construcción, las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las edificaciones se duplicarán en los próximos 20 años. De esta forma, de acuerdo con los lineamientos de la división de Edificaciones Sostenibles y Cambio Climático de la UNEP (SBCI por sus siglas en inglés), la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las edificaciones debe ser la piedra angular de toda estrategia nacional de cambio climático³⁰.

El concepto de construcción sostenible (C.S) se ha venido desarrollando y aplicando desde hace varios años como una estrategia encaminada a mitigar el deterioro del planeta generado por el crecimiento poblacional desordenado, la degradación de los ecosistemas, la reducción y destrucción de los recursos naturales, la contaminación, entre otros. La C.S tiene como fundamento crear un entorno urbano con un impacto reducido sobre el medio ambiente, así como la utilización de recursos naturales sin comprometer la satisfacción de necesidades básicas de generaciones futuras, en concordancia con la definición de desarrollo sostenible de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo en 1998, según la cual:

“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Dado que no es fácil cambiar los estilos de vida de las personas de manera masiva y el impacto a gran escala está sujeto al comportamiento de los individuos, la C.S contribuye una herramienta que facilita el uso eficiente y la preservación de los recursos sin que esto dependa tan sólo del esfuerzo por parte de los usuarios de las edificaciones.

Ahora bien, la dificultad de determinar el nivel de *sostenibilidad* de una edificación a partir de diversas prácticas amigables con el medio ambiente, conllevaron al desarrollo de esquemas de construcción sostenible en diferentes países, entre los cuales se destacan los siguientes, teniendo en cuenta su trayectoria y resultados: LEED Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés), desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos de Norte América; BREEAM, originario de Reino Unido; y GREEN STAR, originario de Australia.

Los diferentes esquemas de C.S proporcionan a las edificaciones un sello que certifica un nivel específico de sostenibilidad mediante el otorgamiento de un puntaje obtenido a través de la evaluación de estrategias encaminadas al uso eficiente y reducción de contaminantes.

³⁰ UNEP SBCI 2009

Aunque tienen diferentes enfoques, algunas características en común que resultan claves en su aplicación incluyen:

- Su aplicación es de carácter voluntario. En ciertos casos se incorporan paulatinamente a la legislación.
- Tienen esquemas diseñados por tipo de edificación, diferenciando los requerimientos para edificaciones institucionales, comerciales, residenciales, nuevas y existentes, entre otras.
- Manejan categorías de desempeño, incluyendo uso eficiente y/o ahorro del agua, principios de eficiencia energética, gestión de materiales, salud humana, entre otros.
- Para la evaluación de sostenibilidad, tienen en cuenta el ciclo de vida de las edificaciones y de los materiales.
- Evitan el fenómeno conocido como *greenwash*, que corresponde a edificaciones en las que se implementan ciertas medidas de sostenibilidad, sin garantizar que sean realmente sostenibles.
- Permiten valorar los beneficios económicos y ambientales de la implementación de prácticas sostenibles.
- Tienen en cuenta los tres pilares de la sostenibilidad: aceptación social, viabilidad económica y amigabilidad ambiental.

Si bien es una buena práctica para un país que no cuente con un esquema de C.S partir de otros esquemas con trayectoria relevante para el planteamiento de su propio esquema de C.S, esto se debe realizar adaptando el esquema de referencia al contexto de cada país, analizando factores tales como el entorno económico, ambiental, social y cultural, entre otros, para así garantizar una sostenibilidad que responda al contexto y necesidades de cada país.

Ahora bien, en Colombia actualmente el Departamento Nacional de Planeación junto con otras entidades relacionadas, están trabajando en la definición de estándares de diseño y construcción para el uso eficiente de los recursos, así como en el desarrollo del sello ambiental colombiano para edificaciones en conjunto con el CCCS, entre otras acciones encaminadas a la definición de lineamientos de política sobre Construcción Sostenible³¹. Para ello resulta valiosa la contribución desde el sector académico mediante acciones tales como el análisis de la aplicabilidad técnica y tecnológica de las herramientas contenidas en los esquemas de C.S existentes para el uso eficiente de los recursos naturales.

³¹ DNP, 2013.

3.1 LEED LIDERAZGO EN ENERGÍA Y DISEÑO AMBIENTAL (EEUU)

Es el esquema de evaluación de edificaciones verdes, desarrollado en los Estados Unidos en el año 1993, el cual utiliza pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables para la valoración del nivel de sostenibilidad de las edificaciones. Su implementación es voluntaria y su clasificación se basa en el desempeño de los siguientes aspectos:

- Eficiencia del agua
- Energía y atmósfera
- Materiales y recursos
- Calidad ambiental interior
- Innovación en el diseño

La certificación evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá una edificación a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales más exigentes a nivel mundial. La evaluación final la otorga el Consejo de Edificaciones Verdes de los EEUU, (U.S. Green Building Council, USGBC), organización sin ánimo de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sustentable.

El primer proyecto piloto del programa LEED, denominado LEED Versión 1.0, fue lanzado por el USGBC en agosto de 1998. Luego de diversas modificaciones se obtuvo LEED versión 2.0, llamado “*LEED Green Building Rating System*” para nuevas construcciones y renovaciones mayores. En Abril de 2009 se lanzó la versión V 3.0 para Nueva Construcción y Grandes Remodelaciones que incorporó dentro de otras cosas, mejoras técnicas a los estándares de evaluación haciéndolos más exigentes³². En junio de 2013 se consolidó la versión LEED BD+C Homes V.4.0, que entró en vigor en noviembre de 2013. Esta última es la versión sobre la cual se desarrollará el análisis de factibilidad de aplicación para edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta que el alcance de este trabajo son las edificaciones de tipo residencial y nuevas.

El sistema de clasificación LEED se basa en la asignación de puntos de la siguiente manera:

- Parcelas sostenibles: 26 puntos posibles.
- Eficiencia de agua: 10 puntos posibles.
- Energía y atmósfera : 35 puntos posibles.
- Materiales y recursos : 14 puntos posibles.
- Calidad ambiental interior : 15 puntos posibles.
- Innovación en el diseño: 6 puntos posibles.

A partir de esto, 4 niveles de certificación pueden ser asignados, de acuerdo con la puntuación obtenida:

³² <http://www.usgbc.org/leed>

- Certificación 40 -49 puntos.
- Plata 50 -59 puntos.
- Oro 60-79 puntos.
- Platino 80 o más puntos.

El Sistema de Clasificación de Edificaciones Sostenibles LEED BD+ C New Construction V. 4.0 señala que existen diversas estrategias para la conservación del agua, cuyos costos pueden llegar a ser muy bajos. Si se implementan las medidas de uso eficiente y ahorro del agua planteados en este esquema (las cuales se describirán en detalle en el siguiente capítulo), se puede lograr una reducción del agua hasta en un 40%, mediante el uso de artefactos de bajo consumo o la reutilización del agua, entre otras estrategias.

3.2 BREEAM MÉTODO DE EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE EDIFICACIONES (RU)

BREEAM es el esquema perteneciente al BRE (Building Research Establishment) del Reino Unido. Consiste en un conjunto de herramientas y procedimientos encaminados a medir, evaluar y ponderar los niveles de sostenibilidad de las edificaciones, tanto en la fase de diseño, como en las fases de ejecución y mantenimiento, contemplando las particularidades propias de cada una de las principales tipologías de uso existentes, incluyendo edificaciones de uso residencial, comercial, industria, centros comerciales, centros de salud y de enseñanza, entre otros.

La certificación BREEAM otorga niveles de sostenibilidad, de acuerdo con el desempeño ponderado de diferentes categorías. El sistema de calificación se basa en el otorgamiento de 1 a 6 estrellas a través de la evaluación de desempeño ambiental de cada edificación. Cuando se alcanza cada requisito de desempeño, se otorga un número específico de créditos. En la siguiente tabla se observan las diferentes categorías de desempeño evaluadas, así como el máximo de créditos que puede obtenerse por categoría.

Tabla 1 Categorías evaluadas y créditos otorgados en el esquema BREEAM

CATEGORÍA	CRÉDITOS
Energía/ CO2	31
Agua	6
Materiales	24
Prevención de inundaciones	4
Residuos	8
Polución	4
Salud y bienestar	12
Administración	9
Ecología	9

De acuerdo con el número de créditos obtenidos se determina el nivel de sostenibilidad a otorgar, como se observa en la Tabla 2:

Tabla 2 Nivel obtenido por créditos en el esquema BREEAM

PUNTUACIÓN	NIVEL
36	1 ★
48	2 ★★
57	3 ★★★
69	4 ★★★★★
84	5 ★★★★★★
90	6 ★★★★★★★

La guía técnica BREEAM Multi Residential 2008 será la versión a implementar en este análisis, dado que corresponde a la última versión BREEAM para viviendas residenciales nuevas.

3.3 GREEN STAR HERRAMIENTA DE CLASIFICACIÓN AMBIENTAL (AUS)

GREEN STAR es una herramienta de clasificación ambiental que evalúa la sostenibilidad de los proyectos en todas las fases del ciclo de vida del entorno construido. Las clasificaciones pueden ser alcanzadas en las siguientes fases:

- Fase de planificación.
- Fase de diseño.
- Fase de construcción o durante la fase de operación en curso.

Tiene los siguientes objetivos:

- Fomentar el liderazgo en el diseño ambientalmente sostenible.
- Promover las prácticas de construcción sostenibles.
- Considerar la salud de los ocupantes, la productividad y el ahorro de costes operativos.

El consejo de Edificaciones Verdes de Australia (GBCA) ha desarrollado una guía para promover el diseño y la construcción de alto rendimiento en unidades múltiples residenciales llamada Multi Unit Residential V.1.0 que se dio a conocer el 02 de julio de 2009, permitiendo a los usuarios:

- Reducir al mínimo los impactos ambientales disminuyendo el consumo de agua
- Proporcionar beneficios para la salud y ahorros financieros para los ocupantes del edificio.
- Herramientas y accesorios para ahorro y uso eficiente de agua
- Recolección de aguas lluvias

El sistema de evaluación está basado en la obtención de una puntuación por cada requisito cumplido. De acuerdo a la cantidad de puntos obtenidos por categoría se otorga un nivel de sostenibilidad. En la siguiente tabla se observan los requisitos a cumplir con su respectiva puntuación.

Tabla 3 Puntuación por categoría

CATEGORÍA	PUNTUACIÓN
Administración	18
Energía	25
Transporte	14
Agua	12
Materiales	25
Calidad ambiental interior	20
Uso de la tierra y ecología	11
Emisiones	15

Multi Unit Residencial V 1.0 será el documento base con el cual se analizará la factibilidad de aplicación de las herramientas de uso eficiente y ahorro del agua para edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, dado que éste corresponde a la última versión desarrollada que puede ser aplicada en edificaciones residenciales nuevas.

4. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA CONTENIDAS EN LOS ESQUEMAS DE C.S ANALIZADOS

En este capítulo se realiza un compendio de las herramientas y estrategias contenidas en los esquemas de C.S analizados, encaminadas a promover el ahorro y uso eficiente del agua.

La identificación de herramientas y estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua de cada uno de los esquemas de C.S analizados, así como sus requerimientos y limitaciones será el punto de partida para el análisis de factibilidad de su aplicación en las viviendas residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá.

Una vez realizado este ejercicio, se identificaron cuatro grupos de herramientas o estrategias de gestión para el uso eficiente y ahorro del agua, los cuales serán implementados en los capítulos subsiguientes, con el fin de facilitar el análisis de factibilidad. Estos grupos corresponden a:

- Implementación de accesorios de bajo consumo
- Recolección de aguas lluvias
- Reciclaje de agua
- Tratamiento de aguas residuales

4.1 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- ESQUEMA LEED (USA)

Para obtener un puntaje por concepto del uso eficiente y ahorro del agua en el esquema LEED de referencia para construcciones residenciales nuevas (i.e LEED BD+C Homes), en su versión V.4.0 (2013), se debe contemplar estrategias que en conjunto permitan utilizar entre un 30% a 40% menos agua con respecto a la línea base de consumo de agua calculada para un edificio residencial, sin incluir los requerimientos de agua para riego.

En general, los enfoques de uso eficiente y ahorro del agua incluyen la recolección de fuentes de agua no potable, el uso de instalaciones de uso eficiente y ahorro de agua y el tratamiento y reutilización de agua. El esquema LEED BD+C Homes V.4.0 clasifica las estrategias en las siguientes categorías:

- Medición de agua
- Uso total de agua
- Uso interior de agua
- Uso exterior de agua

A continuación se presenta una descripción de las estrategias de uso eficiente y ahorro del agua contenidas en este esquema.

Medición de agua

Para vivienda unifamiliares, el esquema indica que se debe instalar un medidor de agua para toda la vivienda; para el caso de viviendas unifamiliares interconectadas, se puede compartir un solo contador de agua con todo el edificio.

Adicionalmente, dentro de los requerimientos para obtener puntuación en esta categoría, se incluye la solicitud de incentivar a los propietarios o inquilinos para que compartan los datos registrados del uso de agua con el U.S Green Building Council, a través de un tercero aprobado por este último. Lo anterior con el fin de obtener información que permita optimizar los requerimientos de medición y gestión del consumo de agua.

Lo anterior no aplica para el caso de los hogares que sólo utilizan agua de pozo y no están conectados a un sistema de agua municipal.

Para el caso de las viviendas multifamiliares, se requiere instalar un medidor de agua para cada unidad o para todo el edificio. Al igual que para el caso de vivienda unifamiliar, este requisito incluye la solicitud de incentivar a los propietarios o inquilinos para que compartan los datos registrados de uso de agua con el U.S Green Building Council, describiendo los beneficios de la participación.

Uso total de agua

Para los casos en los que los proyectos utilicen duchas con un consumo igual o superior de 2,5 gpm, se requiere reducir el consumo total interior y exterior de agua por lo menos en un 10% con respecto a las prácticas habituales. Las líneas base establecidas en el esquema para el cálculo del consumo interior nominal de agua son las siguientes:

Tabla 4 Línea base- LEED BD+C HOMES V.4.0

ARTEFACTO	CONSUMO		USO ESTIMADO DEL ARTEFACTO	CONSUMO ESTIMADO DE AGUA	
				Galones	Litros
Ducha	2,5 gpm	9,5 lpm	6,15 minutos	15,4	58,4
Grifo de cocina	2,2 gpm	8,3 lpm	5.0 minutos	11	41,5
Sanitario	1,6 gpf	6 lpf	5,05 descargas	8	30,3
Lavadora	9,5 l	9,5 l	0,37 ciclos	3,5	13,2
Lavavajillas	6,5 gpc	24 lpc	0,1 ciclos	0,7	2,4

Adicionalmente, se requiere que la presión del agua no supere los 60 psi (415 KPa).

Para el caso de consumo nominal exterior (i.e riego de jardines, limpieza de fachadas, etc.), el cálculo debe realizarse a partir de la herramienta de cálculo de le EPA, WaterSense, Water Budget.

La mínima puntuación (1 punto) mediante la implementación de estas medidas se obtiene con un ahorro calculado del 10% y la máxima (10 puntos), con un ahorro del 65% con respecto al consumo nominal.

Implementación de aparatos de consumo eficiente

Estos lineamientos se establecen dentro de los requerimientos para uso interior del agua.

Para la obtención de puntuación mediante esta estrategia, LEED BD+C Homes V.4.0, requiere la instalación de aparatos de fontanería certificados por WaterSense³³ (ver anexo 1), incluyendo sanitarios de alta eficiencia, grifos para lavamanos y cocina de bajo consumo y duchas de bajo consumo, entre otros. Los requisitos mínimos para la obtención de al menos un punto mediante la aplicación de esta estrategia se resumen a continuación:

Tabla 5 Requisitos mínimos para la obtención de puntuación mediante la instalación de aparatos de consumo eficiente de agua.

Instalaciones, accesorios y electrodomésticos residenciales	Requerimientos mínimos de puntuación
Sanitarios HET, Dual-flush (low flush)	1,1 gpf (4.4 l/descarga)
Lavamanos/Lavaplatos	1,5 gpm (5.6 l/m) - 1 punto 1,0 gpm (3.7 l/m) - 2 puntos
Duchas	1,75 gpm (6.6 l/m) - 1 punto 1,5 gpm (5.6 l/m) - 2 puntos
Lavadoras/Lavaplatos	Calificados como Energy Star, o su equivalente por fuera de los EEUU

Para los proyectos por fuera de los EEUU se indica que se debe utilizar un equivalente local a WaterSense.

³³ Es un programa de asociación de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU. (EPA), facilita el ahorro de agua y protege el medio ambiente identificando productos de alta eficiencia que dan buen resultado. El programa tiene por objeto ayudar a los consumidores a tomar decisiones inteligentes de agua que ahorran dinero y mantienen altos estándares ambientales sin comprometer el rendimiento.

Jardinería eficiente de agua

LEED BD+C HOMES V.4.0 propone implementar jardinería eficiente en agua, la cual se basa en limitar o eliminar el uso de agua potable u otros recursos hídricos naturales disponibles de agua superficial o subterránea, en la parcela del edificio o cerca de ella, para riego de jardines, de la siguiente manera:

Por un lado, las reducciones en el consumo exterior de agua se pueden lograr mediante una combinación de los siguientes puntos:

- Eficiencia del riego, mediante la implementación de sistemas de riego inteligente.
- Uso de agua lluvia recolectada.
- Uso de aguas residuales o grises recicladas
- Uso de agua tratada y transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables.

Como segunda opción, la cual se encuentra contenida dentro de los estándares para el uso total de agua, se plantea instalar jardinería que no requiera sistemas de riego permanentes, mediante la plantación de especies nativas. Para el caso de los Estados Unidos la información acerca de las especies locales se puede encontrar entre otros en el Centro Lady Bird Johnson Wildflower, en la sociedad Norte Americana de Plantas Nativas y en entidades estatales.

De igual forma, se plantea realizar un análisis de suelo/clima para determinar las plantas apropiadas y diseñar la jardinería con plantas autóctonas o adaptadas para reducir o eliminar los requisitos de riego. Donde se requiera riego, se plantea usar equipos de alta eficiencia y/o controladores en función del clima.

4.2 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- ESQUEMA BREEAM (RU)

BREEAM Multi Residential 2008, clasifica los criterios de uso eficiente y ahorro del agua en uso interior y exterior de agua potable y contemplan la instalación de medidores como una de las estrategias para obtener puntuación. A continuación se presenta una descripción de cada una de estas estrategias, de acuerdo con lo planteado en este esquema.

Uso de agua en interiores

BREEAM Multi Residential 2008 plantea dentro de esta categoría las estrategias encaminadas a reducir el consumo de agua potable mediante el uso de accesorios de agua eficiente, electrodomésticos y sistemas de reciclaje de agua.

Como requisito obligatorio para poder acceder al primer nivel de sostenibilidad (1 estrella), es necesario que el consumo interior de agua no exceda los 120 l/c/d. Adicionalmente, se contemplan las siguientes estrategias para obtener puntuación en la evaluación del nivel de sostenibilidad:

- Válvulas de entrada tardía: evitan la entrada de agua en la cisterna hasta que se ha vaciado por completo, lo que permite un volumen preciso de agua para la descarga, independiente de la presión del agua.
- Reductores de flujo: contienen agujeros de precisión a medida o filtros para restringir el flujo del agua y reducir el flujo de salida y la presión. Por lo general se ponen dentro del cabezal del grifo o la ducha y en las tuberías de alimentación de entrada a la vivienda.
- Reciclaje de agua gris: la recolección se basa en el tratamiento y almacenamiento del agua proveniente de duchas, lavamanos, grifos de cocina y lavadora para su uso en lugar de agua potable en inodoros.
- Descalcificadores de agua de intercambio iónico: es un aparato que por medios mecánicos, químicos y/o electrónicos trata el agua para reducir el contenido de sales minerales, así como las incrustaciones y depósitos de agua a través de una resina.
- Sanitarios de bajo consumo: Todos los inodoros deben tener un volumen de descarga efectiva de 4.5 y/o 3 litros o menos. De igual manera, los inodoros de doble descarga deben instruir al usuario sobre el funcionamiento adecuado del dispositivo.
- Reciclaje de agua: recolección y almacenamiento de aguas lluvias para ser implementadas en lugar de agua potable en inodoros y/o lavadoras. En algunos casos puede ser implementada en riego y posiblemente también en piscinas y/o bañeras calientes.
- Los grifos de lavamanos deben tener una tasa de flujo máxima de menos de 6 litros/minuto para una presión de 0.3 MPa.
- Los grifos de cocina podrán estar compuestos por dos grifos monomando que proporcionan una velocidad de flujo bajo para el lavado, y un caudal superior más allá del punto de ruptura para el llenado de los objetos.
- Las duchas deben tener un consumo inferior a 9 litros/minuto a una presión de 0.3 MPa, suponiendo una temperatura de 37° C en el agua suministrada.
- Las lavadoras deben consumir 40 litros/uso o menos
- Los lavavajillas deben consumir 12 litros/uso o menos

Para el reciclaje de agua, BREEAM Multi Residential 2008, propone fomentar la recolección y reutilización de aguas grises o pluviales para satisfacer las necesidades de descarga de inodoros, riego, baldeo y así reducir la demanda de agua potable, de la siguiente manera:

- Zonas en clima húmedo: la combinación de aguas grises³⁴ y pluviales recolectadas ha de satisfacer al menos el 75% de la demanda total prevista para la descarga de inodoros, riego de plantas y elementos exteriores y/o grifos exteriores (p.ej: baldeo, tomas de limpieza o lavado de vehículos)

³⁴ Aguas residuales procedentes de grifos, duchas y del lavado de ropa.

- Zonas en clima seco: la combinación de aguas grises y pluviales recolectadas ha de satisfacer al menos el 50% de la demanda total prevista para la descargas de inodoros, el riego de plantas y elementos exteriores en el caso que se aplique y/o grifos exteriores (p.ej: para el baldeo, tomas de limpieza o lavado de vehículos) durante periodo definido de recolección.

Contemplado lo anterior, el depósito de recolección de aguas pluviales ha de tener las dimensiones suficientes para recoger al menos el 50% del total de las escorrentías previstas de las aguas pluviales procedentes de la zona de captación de la cubierta³⁵ durante el periodo definido de recogida³⁶. De igual manera, la recolección de aguas grises será de al menos el 80% del número total de lavamanos y duchas y se reciclará, al menos, una parte (un mínimo del 10%) del total de la demanda de descarga de inodoros y urinarios del edificio o los edificios.

Notas adicionales:

El sistema de aguas grises contempla que el tamaño del depósito debe ser el adecuado para la ocupación del edificio y la frecuencia de uso de las instalaciones, teniendo en cuenta que los depósitos de aguas grises tienen un periodo de retención máximo habitual de 24 horas. Por otra parte, se debe calcular la demanda total prevista de descargas, la cual puede ser estimada por el equipo de diseño, basándose en las siguientes variables:

- Número de residentes.
- Caudal efectivo de descarga de inodoros/urinarios.
- Número estimado ³⁷de usos de inodoros/urinarios³⁸por persona/día. teniendo presente el periodo definido de recogida.
- El número de residentes está definido en función del número de dormitorios de la vivienda

Tabla 6 Número de residentes en función de dormitorios.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7
Número de personas	1,5	3	4	6	7	8	9

³⁵ Superficie que recoge las aguas pluviales y las envía a un depósito de recolección para su reutilización.

³⁶ El periodo definido para dimensionamiento de aguas pluviales es de 18 días. Esto equivale aproximadamente al 5% de la pluviosidad anual.

³⁷ A menos que haya otros datos disponibles, se estima 2,3 usos de inodoro por persona/día.

³⁸ En el caso de zonas comunes, habrá que tener en cuenta su naturaleza, es decir, si da servicio sólo a los residentes del edificio o a externos que utilicen las instalaciones. Estime 1 uso de urinario por persona/día (se presupone que solo el 50% de los residentes del edificio usarán urinarios) y 1.3 usos de inodoros. En el caso de no tener urinarios, se presupone 2.3 usos de inodoro

Cálculo de la demanda total prevista para grifos y duchas: para el uso de los ocupantes, salvo que se disponga de otros datos, se suponen 2,5 usos/persona para grifos y 1 uso/persona para duchas.

- Zonificación climática: Las características para establecer la zonificación del emplazamiento se basa en el clima. Para una zona con clima húmedo se estima una pluviosidad mayor de 600 mm, para una zona con clima seco se estima una pluviosidad inferior a 600mm.

El tamaño del depósito de recolección de aguas pluviales debe definirse para cada caso de clima. Si la zona de recolección está ubicada en clima seco, las dimensiones del depósito serán menores que las dimensiones de un depósito en clima húmedo.

Para el Tratamiento sostenible del agua in-situ BREEAM Multi Residential 2008 propone fomentar el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en el propio emplazamiento para reducir la necesidad de sistemas de tratamiento de agua centralizados, dañinos para el medioambiente y posibilitar el reciclaje de agua y nutrientes en distancias y tiempos menores, de la siguiente manera:

1. Que un consultor adecuado³⁹ haya llevado a cabo un estudio de viabilidad para establecer el sistema sostenible de tratamiento de aguas residuales más apropiado en el emplazamiento. Este estudio debe abarcar, como mínimo:
 - Tipo de suelo.
 - Caída.
 - Suministro de energía.
 - Molestias por el olor.
 - Tolerancia a la infiltración.
 - Tolerancia a la fluctuación de carga (festivos y periodos pico) si es relevante.
 - Coste de instalación.
 - Mantenimiento.
 - Cronograma y análisis a realizar en su programa de mantenimiento.
 - Superficie requerida.
 - Calidad de las aguas residuales.
 - Impacto visual.
2. Que el estudio de viabilidad se haya realizado antes de la fase de anteproyecto o en una fase equivalente de la contratación.

³⁹ Un ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ingeniero agrónomo, ingeniero en obras públicas, ingeniero industrial, o ingeniero competente, con especialidad en hidrología o de salud pública con una experiencia mínima de 2 años en diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

3. Que se haya especificado un sistema sostenible de tratamiento en el emplazamiento para el edificio o proyecto en línea con las recomendaciones del citado estudio de viabilidad.
4. Que se haya especificado y diseñado un sistema sostenible de tratamiento in situ en línea, capaz de tratar al menos el 30 % de las aguas residuales del edificio.
5. El agua tratada debe ser infiltrada o reutilizada in situ para la descarga de inodoros o urinarios o para riego y baldeo.
6. Que el diseñador/instalador del sistema proporcione información completa del mantenimiento y las operaciones a los ocupantes del edificio/emplazamiento, en particular en relación al nivel de calidad del agua.
7. Aparatos sanitarios estándar

Uso de agua exterior -Riego

BREEAM Multi Residential 2008 plantea dentro de esta categoría reducir el consumo de agua potable que se utilice para usos externos mediante sistema de recolección de aguas pluviales central, el cual capte y almacene el agua lluvia en un tanque de almacenamiento u otro tipo de sistemas como captación de agua en cubiertas. El agua captada o almacenada puede ser implementada para sistemas de riego y/o descarga de inodoros.

Para los sistemas de riego BREEAM Multi Residential 2008 propone reducir el consumo de agua potable en el riego de plantas ornamentales y de jardines de la siguiente manera :

- El riego superficial o subterráneo por goteo debe incorporar sensores de humedad del suelo. El control de riego deberá estar zonificado para permitir un riego variable para las diferentes distribuciones de elementos verdes.
- Se emplee agua recuperada de un sistema de aguas pluviales o grises, o de agua reciclada.
- Si se instala un sistema de riego superficial o subterráneo por goteo en zonas exteriores, debe instalarse también una estación pluviométrica para evitar el riego automático de las plantas y jardines durante periodos de precipitaciones.

Las plantas deben seleccionarse de acuerdo a especies que se den mejor en las condiciones climáticas locales y que dependan sólo de la lluvia (evitando así un sistema de riego) en todas las estaciones del año.

A continuación se observan los requisitos para un recolector adecuado de aguas pluviales:

- El recolector no debe tener acceso abierto, debe contar con una tapa a prueba de niños.
- Debe estar provisto de un grifo u otro elemento para la extracción de agua.

- Debe disponer de conexión con las canaletas de aguas pluviales.
- Debe disponer de un medio para desconectar la canaleta de aguas pluviales y de un acceso para la limpieza del interior
- Si el sistema de captación se sitúa fuera, y no es subterráneo, debe ser estable y tener apoyos adecuados: el material utilizado para el contenedor debe ser robusto y opaco a la luz solar.

Si el sistema forma parte de un sistema de recolección de aguas pluviales que proporcionen agua para uso interno, el agua de uso externo debe estar proporcionada por un depósito independiente. Éste puede estar formado por una tubería de rebose que vaya del depósito principal a una salida de agua correctamente especificada para el uso externo del agua.

Contadores de agua

BREEAM Multi Residential 2008 plantea dentro de esta categoría asegurar que el consumo de agua pueda ser monitoreado y administrado por intermedio de la implementación de contadores de agua, para así fomentar la reducción del consumo de agua. Para lo cual se debe cumplir con lo siguiente:

1. Que se lleve a cabo la instalación de un contador de agua en la red de suministro principal a cada vivienda residencial; esto también incluye los casos en los que el agua se suministre mediante un pozo u otra fuente privada.
2. Que el contador de agua tenga una salida por impulsos y que se conecte a un sistema de gestión de edificios (Building Management System, BMS por sus siglas en inglés)⁴⁰ para el seguimiento y control del consumo de agua y que el sistema de gestión del edificio (BMS) tenga además de una medición de los contadores, un control sobre estas mediciones, es decir, un sistema operativo que actúe con los datos obtenidos y que tenga un plan de actuación⁴¹(en caso de alarma avisa al operador del BMS qué hacer y, además, será posible que sea él mismo el que active la alarma) y permita informar a los usuarios de su demanda y evolución.
3. En los edificios auxiliares, separados de la estructura principal, se midan por separado con un contador por impulsos que se conecte

⁴⁰ Sistema de Gestión de Edificios (BMS): Es un sistema informático central que controla, monitorea y optimiza los servicios y sistemas del edificio como la calefacción, aire acondicionado, iluminación, seguridad y consumo de agua. La exigencia de una salida por impulsos se ha incluido para fomentar la utilización de contadores capaces de transmitir a un Sistema de Gestión de Edificios (por cable o de forma inalámbrica) una señal continua o por impulsos con información de gestión de agua como el total de agua consumida o el caudal. Esto permite que los patrones de demanda de los sistemas de agua puedan monitorizarse y evaluarse a lo largo del tiempo. Un incremento significativo en la demanda puede indicar la presencia de fugas o un consumo de agua inapropiado o inesperado.

⁴¹ Plan de actuación: activa el sistema de alarma y también notifica a la persona que controla el sistema cuáles son las medidas necesarias que se deben tomar.

Se exige la salida de pulsos para alentar el uso de medidores capaces de transmitir (alámbrica o inalámbricamente) una señal continua o pulsada, con información sobre la gestión del agua, como el agua total consumida o el caudal a un sistema de gestión de edificios. Esto permite monitorear y evaluar los patrones de demanda sobre los sistemas de agua en el tiempo. Un aumento significativo de la demanda puede indicar la presencia de una fuga o consumo inadecuado o inesperado de agua.

4.3 ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- ESQUEMA GREEN STAR (AUS)

Como se indicó anteriormente, el esquema GREEN STAR contempla un sistema de puntuación para unidades de vivienda múltiples, Multi Unit Residential V.1.0, el cual propone estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua. Las siguientes categorías aplican para el presente análisis:

- Wat 3: Irrigación
- Wat 4: Disminución del uso de agua caliente
- Wat 7: Instalaciones para el uso eficiente de agua
- Wat 8: Eficiencia de uso de agua en piscinas y spa

A continuación se presenta un resumen de las herramientas contempladas para cada una de estas estrategias, así como la metodología empleada para el cálculo del consumo nominal y ahorro del agua implementada en GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0.

Uso de aparatos de consumo eficiente

GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 propone implementar el uso de aparatos de fontanería certificados, tales como Water Efficiency Labeling and Standards Scheme⁴² (WELS por sus siglas en inglés), incluyendo sanitarios de alta eficiencia, grifos para lavamanos y cocina de bajo consumo y duchas de bajo consumo, entre otros. En la siguiente tabla se presentan los estándares que maneja WELS. El valor más alto en cada caso corresponde al mínimo para obtener la menor puntuación:

⁴² Water efficiency labeling and standards scheme, es un esquema que exige que determinados productos se registren y cumplan con las normas establecidas por la Ley y Normas de Eficiencia Nacional del agua de Australia 2005.

Tabla 7 Water efficiency labeling and standards scheme ⁴³

ACCESORIO	LÍNEA BASE
Sanitarios	2,5 a 3 lpd
Lavamanos	4,5 a 6 l/m
Grifos de cocina	4,5 a 6 l/m
Duchas	7,5 a 9 l/m

Recolección de aguas lluvias

GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 contempla la recolección de aguas lluvias teniendo presente los siguientes criterios a evaluar:

- La precipitación dependiendo de la ubicación
- Área del techo conectado a los sistemas de recolección.
- Número de días de lluvia
- El tamaño de tanque de agua lluvia
- El coeficiente de escorrentía del techo (material)

El volumen de agua recolectada se calcula sobre una base mensual. El agua lluvia que no sea usada en un mes se usa en el siguiente, teniendo presente estos valores para los cálculos base mensuales. El diseño del sistema de aguas lluvias se basa en la ubicación de la construcción y la confiabilidad de los datos meteorológicos.

Fuentes de agua no potable

Los suministros de aguas grises y negras que propone GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 provienen de usos de duchas, lavado de ropa, grifos y lavaplatos que estén conectados al sistema de recolección de aguas y se estima mediante el cálculo del consumo de agua de cada uno de ellos.

Cuando estas fuentes de aguas grises y negras no están disponibles para su uso, se puede hacer uso del sistema de recolección de aguas lluvias. El uso principal de este sistema es abastecer la demanda de inodoros, aunque GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 indica que el uso de agua potable en edificios residenciales podría minimizarse aún más mediante el uso de agua no potable en las duchas, grifos y lavadoras (se debe tener presente que la legislación sanitaria vigente en la mayoría de las jurisdicciones de Australia no permite que el agua no potable se utilice para estos fines, por lo que esto conlleva un tratamiento *in situ*).

⁴³ Productos de uso eficiente del agua en el hogar- Green Building Council Australia Multi Unit Residential V.1.0

Disminución del uso de agua caliente

El esquema GREEN STAR Multi Unit Residential V.1. plantea que la reducción del consumo de agua caliente es una manera eficaz de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los edificios residenciales.

GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la instalación de accesorios eficientes o la instalación de un sistema de agua caliente eficiente como el agua caliente solar.

A continuación se presentan algunas especificaciones de accesorios WELS que permiten reducir el consumo de agua caliente:

- Duchas:

Las duchas WELS generan un 25% de ahorro de agua porque:

- Una regadera estándar emplea alrededor de 15 a 25 litros de agua por minuto, mientras un cabezal de ducha eficiente emplea de 6 a 7 litros de agua por minuto.
- Una regadera estándar emplea alrededor de 120 litros de agua por minuto con tiempo de baño de 8 minutos, mientras que un modelo eficiente emplea menos de 72 litros de agua o 40% menos de agua.
- La instalación de una ducha eficiente ahorra alrededor de 14.500 litros de agua por hogar al año. Los costos de agua caliente a gas para una ducha estándar son alrededor de \$1.500 AUD (dólares australianos⁴⁴), mientras que los costos de agua a gas para una ducha eficiente de agua son de \$790 AUD, o una reducción del 47%.

- Grifos:

Los grifos WELS ahorran agua porque:

- Una grifería típica consume de 15 a 18 litros por minuto, mientras que una grifería eficiente de bajo flujo y modelos de aireación implementan 2 litros de agua por minuto. Los grifos con aireador o limitador de flujo pueden reducir el flujo al menos en un tercio de los grifos estándar.

⁴⁴ 1 dolar Australiano equivale a 1928.12 pesos Colombianos.

- Aparatos sanitarios:

Los requisitos de rendimiento para los inodoros son un requisito mínimo de la eficiencia de agua.

- El consumo medio de agua no debe superar los 5.5 litros por descarga, el consumo medio de agua de un inodoro de doble descarga se toma como el promedio de una descarga completa.
- Alrededor del 22% de ahorro de agua en el marco del esquema de WELS viene de sanitarios ya que un inodoro antiguo puede usar hasta 12 litros de agua por descarga, mientras que un inodoro eficiente de doble descarga implementa menos de 4 litros por descarga.
- Un inodoro antiguo cuesta alrededor de \$760 AUD con una vida útil de diez años, mientras un inodoro eficiente de doble descarga cuesta alrededor de \$250 AUD con una vida útil de 10 años generando un ahorro de agua del 67%.
- Con solo sustituir un inodoro tradicional por uno eficiente de doble descarga se genera un ahorro alrededor de 51 litros por persona por día.
- Con la implementación de un inodoro eficiente de doble descarga se reduce el uso de agua en los hogares en un valor alrededor de los 30.000 a 40.000 litros por hogar por año.

- Lavadoras:

Alrededor del 50% de los ahorros de agua generados por WELS provienen del uso de la lavadora.

- Una lavadora eficiente emplea un tercio de agua de la que emplea un modelo antiguo. Una lavadora eficiente podría ahorrar alrededor de 25.600 mega litros de agua por año.
- El uso eficiente de agua mínimo estándar (WELS) para lavadoras entró en vigor el 01 de noviembre de 2011 con un periodo de 12 meses de derechos de adquisición de una lavadora eficiente. Actualmente en Australia es un delito vender y/o tener una lavadora que no cumpla con los requisitos mínimos WELS.

Los mínimos requisitos WELS para lavadoras establecen que⁴⁵:

- Las lavadoras con capacidad de 5 o más kilos deben implementar de 72 a 94 litros por uso.
- Las lavadoras con capacidad menor de 5 kilos deben implementar 76 litros por uso.

⁴⁵Clothes Washing Machine Catálogo en línea WELS.

- Lavavajillas:

Las lavavajillas WELS ahorran agua porque:

- Un lavavajillas eficiente implementa la mitad de agua de un modelo estándar. Un modelo WELS puede ahorrar cerca de 1.200 mega litros de agua al año de consumo nacional lo cual es suficiente para llenar 600 piscinas olímpicas cada año. Esto representa aproximadamente una disminución de 6.5% de consumo de agua de lavavajillas.

5. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS DE APLICABILIDAD

Habiendo identificado las diferentes estrategias y herramientas de ahorro y uso eficiente del agua para viviendas nuevas residenciales, propuestas por cada uno de los esquemas de C.S, LEED BD+C V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, se realizó una compilación de estas mismas identificando los aspectos técnicos y tecnológicos clave para su aplicación.

Tabla 8 Herramientas y estrategias propuestas por LEED BD+C HOMES V.4.0

LEED			
ESTRATEGIA	HERRAMIENTA Y ESPECIFICACIONES		ASPECTOS CLAVE DE APLICABILIDAD TÉCNICA Y TECNOLÓGICA
Medición de agua	Instalación de medidores de agua con los cuales se lleve a cabo un registro de datos del uso de agua.		*Instalación de medidores de agua por unidad de vivienda. *Suministro de información de datos de consumo a la entidad pertinente. *Procesamiento de información sobre los registros de consumo por parte de la entidad pertinente.
Implementación de aparatos de consumo eficiente	<u>Accesorio</u>	<u>Consumo</u>	*Disponibilidad de aparatos que cumplan con las especificaciones de consumo igual o inferiores a lo establecido por WaterSense, o su equivalente para países diferentes a EEUU. *Disponibilidad de mano de obra para la instalación y el mantenimiento de estos aparatos. *Presiones máximas a nivel residencial de 60 psi (415 Kpa) *Otros requerimientos de instalación y operación, incluyendo suministro de energía eléctrica.
	Sanitarios HET (High Efficiency Toilet)	1.28 gpf	
	Sanitarios HET, Single-flush pressure assist	1.0 gpf	
	Sanitarios HET, Dual-flush (full flush)	1.6 gpf	
	Sanitarios HET, Dual-flush (low flush)	1.1 gpf	
	Sanitarios HET, Foam flush	1.1 gpf	
	Sanitarios HET, Nonwater flush	0.0 gpf	
	Lavamanos	1.5 gpm	
	Lava platos	1.8 gpm	
	Duchas	2.5 gpm	

<p>Reducción de la generación de aguas residuales, disminuyendo el uso de agua potable de una edificación en un 50%.</p>	<p>Sanitarios que implementen el uso de fuentes de agua no potable como podrían ser aguas lluvias, aguas grises recicladas o aguas tratadas in situ o por el municipio, tratamientos de aguas residuales in situ implementando sistemas compactos de eliminación de nutrientes biológicos, humedales artificiales o sistemas de filtración de alta eficiencia.</p>	<p>*Disponibilidad de espacio para la recolección de aguas lluvias. *Reciclaje de aguas grises o implementación de aguas tratadas. Si se implementan aguas residuales, se debe tratar el 50% in situ de estas mismas según normatividad del sitio de aplicación.</p>	
<p>Jardinería eficiente de agua, la cual se basa en reducir el uso de agua potable para riego.</p>	<p>Reducir el consumo de agua potable haciendo uso de agua lluvia recolectada, uso de aguas recicladas, uso de agua tratada y transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables.</p>	<p>Instalar jardinería que no requiera riego permanente</p>	<p>* Disponibilidad de información sobre las especies apropiadas. *Disponibilidad y adaptabilidad de especies que no requieran grandes volúmenes de agua. *Diseño de jardines con plantas autóctonas o adaptadas para reducir o eliminar los requisitos de riego *Disponibilidad de tecnologías de riego de alta eficiencia y/o controladores en función del clima.</p>

Tabla 9 Herramientas y estrategias propuestas por BREEAM Multi Residential 2008.

BREEAM		
ESTRATEGIA	HERRAMIENTA Y ESPECIFICACIONES	ASPECTOS CLAVE DE APLICABILIDAD TÉCNICA Y TECNOLÓGICA
Reducir el consumo de agua potable en el hogar de todas las fuentes mediante el uso de accesorios eficientes	<ul style="list-style-type: none"> *Los sanitarios de bajo consumo de doble descarga deben instruir al usuario sobre el funcionamiento adecuado del dispositivo. * Los inodoros deben tener un volumen de descarga efectiva de 3 y/o 4.5 litros o menos. *Los grifos de lavamanos deben tener una tasa de flujo máxima de menos de 6 litros/minuto para una presión de 0.3 MPa. *Las duchas deben tener una velocidad de flujo que no exceda 9 litros/minuto a una presión de 0.3 MPa. * Las lavadoras deben consumir 40 litros/uso o menos. *Los lavavajillas deben consumir 12 litros/uso o menos. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponibilidad de aparatos que cumplan con las especificaciones de consumo igual o inferior a lo establecido por BREEAM o su equivalente para países diferentes al Reino Unido. *Disponibilidad de mano de obra para el mantenimiento de estos aparatos. *Otros requerimientos de instalación y operación, incluyendo suministro de energía eléctrica. *Disponibilidad de electrodomésticos que cumplan con las especificaciones de BREEAM.
Contadores de agua para controlar y gestionar el consumo de agua para así fomentar las reducciones del mismo.	Implementación de contadores de agua en la red de suministro principal de cada vivienda residencial	<ul style="list-style-type: none"> *Disponibilidad de contadores con salida por impulso. *Conexión de los contadores a un sistema equivalente a BMS. *Se debe disponer de un registro de datos de los consumos de agua. *Contar con un sistema BMS o su equivalente, que lleve registros de datos y mediciones sobre el consumo de agua.

<p>Reciclaje de agua, recolección y reutilización de aguas grises o pluviales para satisfacer las necesidades de descarga de inodoros, riego y baldeo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Zona de captación en las cubierta para aguas lluvias y depósito de aguas grises. *Depósito de recolección de aguas pluviales. Debe tener las dimensiones suficientes para recolectar al menos el 50% del total de las escorrentías previstas de aguas pluviales procedentes de la zona de captación de cubierta. * Los tamaños de los depósitos deben ser adecuados dependiendo de la ocupación del edificio y la frecuencia de uso de las instalaciones. *Establecer la zonificación climática. *En la zona de captación en cubierta se debe tener presentes los coeficientes de escurrimiento dependiendo del material empleado. 	<ul style="list-style-type: none"> *Patrones de precipitación en la ciudad *Calidad del agua lluvia *Estructura de recolección, almacenamiento, conducción, filtración. *Coeficientes de escurrimiento * Disponibilidad de espacios para tanques de almacenamiento *Disponibilidad de tecnologías para filtración y/o tratamiento mínimo
<p>Tratamiento sostenible del agua</p>	<p>Sistema de tratamiento con capacidad de tratar por lo menos un 30% de las aguas residuales del edificio. El diseñador del sistema debe proporcionar información completa a los ocupantes del edificio, e informar sobre el nivel de calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar estudio de viabilidad por un consultor adecuado.

<p>Jardinería eficiente la cual se basa en disminuir el uso de agua potable</p>	<p>Implementación de un sistema de distribución de aguas pluviales o grises o de agua reciclada haciendo uso de un sistema de recolección de estas aguas, implementación de sensores de humedad del suelo, implementación de una estación pluviométrica.</p>	<p>* Disponibilidad de información sobre las especies apropiadas *Disponibilidad y adaptabilidad de especies que no requieran grandes volúmenes de agua. *Diseño de jardines con plantas autóctonas o adaptadas para reducir o eliminar los requisitos de riego *Disponibilidad de tecnologías de riego de alta eficiencia y/o controladores en función del clima.</p>
---	--	---

Tabla 10 Herramientas y estrategias propuestas por GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0.

GREEN STAR			
ESTRATEGIA	HERRAMIENTA Y ESPECIFICACIONES		ASPECTOS CLAVE DE APLICABILIDAD TÉCNICA Y TECNOLÓGICA
<p>Implementación de aparatos de consumo eficiente</p>	<p><u>Accesorio</u></p>	<p><u>Consumo</u></p>	<p>*Disponibilidad de aparatos con un consumo nominal o inferior al establecido por WELS. *Disponibilidad de mano de obra para el mantenimiento de estos aparatos. *Otros requerimientos de instalación y operación, incluyendo suministro de energía eléctrica.</p>
	<p>Sanitarios</p>	<p>2.5 a 3 Litros por descarga</p>	
	<p>Lavamanos</p>	<p>4.5 a 6 litros por minuto</p>	
	<p>Grifos de cocina</p>	<p>4.5 a 6 litros por minuto</p>	
	<p>Duchas</p>	<p>7.5 a 9 litros por minuto</p>	
	<p>Lavadoras</p>	<p>Ahorro de hasta un 50% de consumo de agua implementando de 72 a 94 litros por uso dependiendo de la capacidad de la lavadora.</p>	

Recolección de aguas lluvias	Zona de captación de aguas lluvia en cubiertas, sistema de conducción, precipitaciones de la ubicación, tanque de almacenamiento.	*Disponibilidad de espacio para la recolección de aguas lluvias. *Reciclaje de aguas grises o implementación de aguas tratadas.
Fuentes de agua no potable	Sistema de recolección de aguas provenientes de duchas, lavado de ropa, grifos de cocina y lavamanos, determinando el volumen recogido mediante el cálculo de consumo de cada uno.	*Disponer de un sistema de recolección de aguas *Estas aguas principalmente se implementarán para abastecer la demanda de inodoros.
Disminución del uso de agua caliente	Instalación de un sistema de agua caliente eficiente como el agua caliente solar, instalación de accesorios eficientes.	*Implementación de accesorios y/o herramientas WELS, como: *Duchas que generen un ahorro del 25% de agua implementando un cabezal de ducha que emplee de 6 a 7 litros de agua por minuto *Grifos de bajo flujo y modelos de aireación que implementen 2 litros por minuto *Grifos con aireador o limitador de flujo que pueden llegar a reducir el flujo al menos 1/3 de los grifos estándar. *Sanitarios de doble descarga que generen un consumo de menos de 4 litros por descarga. *Lavadoras que consuman 1/3 menos de agua de la que emplea un modelo antiguo. Las lavadoras con capacidad de 5 o más kilos deben implementar de 72 a 94 litros por uso y las lavadoras con una capacidad menor de 5 kilos deben implementar 76 litros por uso. *Lavavajillas que implementen la mitad de agua de un modelo estándar.

6. FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Una vez identificadas las estrategias y herramientas para el ahorro y uso eficiente del agua, contenidas en los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 para edificaciones residenciales nuevas, así como los aspectos clave de factibilidad, se procedió a realizar el análisis de la aplicabilidad de estas herramientas en la ciudad de Bogotá, desde el punto de vista técnico y tecnológico.

Para lo anterior se adelantó una investigación de los factores de aplicabilidad identificados, a la luz del contexto en la ciudad de Bogotá y se analizó la pertinencia de calificar determinadas acciones y logros en los niveles de consumo de agua como *sostenibles* para esta ciudad.

Es importante tener en cuenta que, si bien el alcance de este análisis únicamente comprende los aspectos de factibilidad técnicos y tecnológicos, existen elementos de legislación y normatividad, así como aspectos comerciales y culturales que inevitablemente deberán ser mencionados, toda vez que influyen directamente en la factibilidad de aplicación de estas herramientas para la evaluación del nivel de sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá.

Medición de agua (contadores)

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0 y BREEAM Multi Residential 2008 requieren la implementación de medidores de agua como un requisito para obtener la categoría mínima de sostenibilidad. Lo anterior tiene como propósito obtener datos que permitan realizar una evaluación comparativa de la utilización del agua a través del tiempo.

LEED BD+C HOMES V.4.0, por su parte requiere que cada unidad residencial cuente con un medidor de agua, con el fin de controlar y gestionar el consumo. En este caso, los datos registrados en el medidor deben procurar ser enviados por los usuarios a un tercero aprobado por el U.S Green Building Council para ser procesados y así, mejorar continuamente los requerimientos del esquema.

Por su parte, BREEAM Multi Residential 2008, requiere la implementación de contadores de agua para toda la edificación, los cuales deben contar con una salida que permita conectarlos a un sistema BMS o similar. Esto con el fin de poder realizar un seguimiento y control del consumo de agua, así como asegurar que las edificaciones cuenten con un sistema operativo que permita detectar a tiempo fallas tales como fugas.

Una vez adelantado el respectivo análisis, se encuentra que en Colombia el uso de medidores de agua se encuentra reglamentado por la Ley 142 de 1994, que establece el requerimiento de instalar micro-medidores, o medidores individuales para todos los usuarios del sistema de acueducto. De igual forma, la Ley 373 de 1997 establece que todas las entidades que presten servicio de acueducto deben asegurar la instalación de medidores de consumo a todos los usuarios, por lo cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

Por otra parte, el Decreto 1311 de 1998 establece que las empresas de Servicios Públicos Domiciliarios que prestan el servicio de suministro de agua potable deben presentar cada cuatro meses a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico toda la información relacionada con los consumos mensuales de agua facturada, por estratos y por usos.

Con lo expuesto anteriormente se observa que en Colombia la implementación de medidores de consumo de agua es obligatoria, por lo que este requerimiento no aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales en la ciudad de Bogotá. Lo que sí podría aportar un valor agregado es el requerimiento de instalar medidores que puedan conectarse a un sistema de información inteligente similar al BMS, que permita realizar seguimientos a cada edificación, para que los datos enviados por el mismo puedan ser procesados por los organismos encargados de monitorear la implementación de medidas de consumo eficientes y ahorro del agua, así como detectar a tiempo fallas en los sistemas y así minimizar el desperdicio de agua.

Ahora bien, en cuanto a la disponibilidad de tecnologías para la toma de lecturas de los medidores, en Bogotá se emplean terminales portátiles de lectura (TPL)⁴⁶, en los cuales se registra la lectura de cada contador de cada vivienda: Estos TPL son llevados a la empresa prestadora del servicio la cual se encarga de descargar la información de las lecturas a un sistema gestor que compara la información con datos históricos de los consumos, permitiendo así establecer los m³ consumidos de agua, y de acuerdo a la cantidad de m³ consumidos, el valor a facturar.

Sin embargo, al investigar sobre el tema, se encuentra que actualmente Bogotá no cuenta con edificaciones que cuenten con un sistema informático central encargado de controlar, monitorear y optimizar el consumo de agua. Estos mecanismos implementan una salida por impulsos, los cuales son capaces de transmitir por cable o de forma inalámbrica, una señal continua con la información de gestión de agua como el total de agua consumida o el caudal, permitiendo que los patrones de demanda de los sistemas de agua puedan monitorizarse y evaluarse a lo largo del tiempo. Con estos sistemas se podrían identificar los incrementos significativos en la demanda lo cual sería un indicio de posibles fugas o de consumos de agua inapropiados o inesperados.

⁴⁶ Las terminales portátiles son dispositivos que almacenan datos.

Por lo tanto la factibilidad de aplicabilidad de esta estrategia de medición del agua, técnicamente está reglamentada y tecnológicamente se generan registros de consumo de agua bimensuales tomando las lecturas proporcionadas por cada contador en cada unidad residencial por medio de TPL's. Estos datos son presentados cada 4 meses a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, llevando así un control y gestión sobre los consumos de agua.

Adicionalmente, si se quisiera implementar un sistema de gestión de edificios (BMS) , como el expuesto por BREEAM Multi Residential 2008, se debería realizar un análisis de costo-beneficio, por una parte, observando los beneficios que podría traer la implementación de esta tecnología (es relevante aclarar que el Sistema de Gestión de Edificios no solo controla, monitorea y optimiza los consumos de agua, también lo hace para el aire acondicionado, la iluminación y los sistemas de seguridad) como lo podría ser la detección de fugas, consumos inadecuados, entre otros. Por otra parte, se debe tener presente el costo de inversión de esta tecnología, ya que es de origen extranjero.

Implementación de accesorios de uso eficiente y ahorro del agua

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, proponen la implementación de accesorios que generen un ahorro y un uso eficiente del agua para obtener un puntaje por concepto de consumo eficiente y ahorro del agua.

En primera estancia, se encuentra que los esquemas de C.S evaluados contienen referencias para definir lo que se considera como *instalaciones de uso eficiente de agua*. LEED BD+C HOMES V.4.0 propone la implementación de aparatos de uso eficiente y ahorro del agua certificados por WaterSense, los cuales generan un ahorro del 20% en el consumo de agua con respecto al consumo nominal en EEUU. Por su parte, BREEAM Multi Residential 2008 especifica qué requisitos deben cumplir las diferentes instalaciones. Finalmente GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 requiere implementar el uso de aparatos de uso eficiente y ahorro del agua certificados por WELS.

Si bien actualmente en Colombia se encuentran proveedores que pueden cumplir con algunos de estos estándares (e.g WaterSense, ver anexo 2), los criterios de consumo para aparatos de alta eficiencia para nuestro país se encuentran reglamentados. El Decreto 3102 de 1997 establece que los aparatos de uso eficiente y ahorro del agua en Colombia deben cumplir con los estándares contenidos en la NTC 920 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), siendo éste el Organismo Nacional de Normalización de Colombia, el cual desarrolla las normas técnicas de calidad.

Como se había mencionado en capítulos anteriores, Bogotá está sometida a una alta presión sobre el recurso hídrico, en consecuencia a esto el proyecto de acuerdo 134 de 2013 por medio del cual se promueven alternativas de ahorro de agua en el Distrito Capital, desea promover en el Distrito Alternativas de Ahorro de Agua a través de la promoción e

implementación de sanitarios y orinales ahorradores, sistemas que instalados en los hogares de la ciudad servirán para reducir el consumo de agua y la cantidad de aguas residuales a tratar. Uno de los mayores porcentajes de materia orgánica que se vierten anualmente a los afluentes del río Bogotá provienen de sanitarios, lavamanos y orinales de la ciudad, generando que el volumen de agua a procesar en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del distrito sea mayor y no se obtenga el resultado de descontaminación esperado. Por esta razón se hace necesario contemplar la posibilidad de disminuir el consumo de agua y la cantidad de aguas residuales a tratar. El consumo de agua en un sanitario convencional de más de 15 años es de 13,1 litros por cada descarga. En la Ley 373 de 1997 se establece que "el uso eficiente del agua es obligatorio en Colombia", por lo tanto se exige que un sanitario gaste 6 litros por descarga, de igual manera, promueve la implementación de orinales ahorradores en viviendas residenciales, ya que estos consumen 1 litro por uso.

Por otra parte, se deben contemplar los criterios de consumo para aparatos de alta eficiencia, los cuales están establecidos por el ICONTEC, para lo cual se recurrió a la NTC 5757⁴⁷. Esta norma establece los criterios ambientales para aparatos sanitarios de alta eficiencia, definiendo lo siguiente: para garantizar un consumo de agua eficiente en un sanitario, éste debe tener un consumo menor o igual a 4,8 lpd, los sanitarios de doble descarga deben tener un consumo de 6,0 lpd. Así mismo se recurrió al Código Colombiano De Fontanería NTC 1500⁴⁸, el cual establece que los grifos de cocina y lavamanos deben estar equipados con aireadores y deben estar diseñados de modo que su flujo de agua no exceda 9,6 lpm, por otra parte las boquillas de duchas deben estar diseñadas de modo que su descarga no exceda 9,6 lpm.

En la tabla 11 se comparan los consumos eficientes de agua para aparatos sanitarios, establecidos por cada esquema de C.S y los consumos eficientes de agua para sanitarios según la NTC 5757 y NTC 1500:

Tabla 11 Comparación de estándares para aparatos sanitarios eficientes establecidos por cada esquema de C.S evaluado Vs. NTC 5757–NTC 1500.

CONSUMOS DE APARATOS SANITARIOS EFICIENTES					
ACCESORIO	LÍNEA BASE LEED (EEUU)	LÍNEA BASE BREEAM (RU)	LÍNEA BASE GREEN STAR (AUS)	NTC 5757 COLOMBIA	NTC 1500 COLOMBIA
Sanitario	4,4 lpd	3 a 4,5 lpd	2,5 a 3 lpd	4,8 lpd	–
Grifos lavamanos	5,7 l/m	6 l/m	4,5 a 6 l/m	–	9,6 l/m
Grifos cocina	5,7 l/m	6 l/m	4,5 a 7 l/m	–	9,6 l/m
Duchas	9,6 l/m	9 l/m	7,5 a 9 l/m	–	9,6 l/m

⁴⁷ Norma Técnica Colombiana NTC 5757- Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental colombiano, Criterios Ambientales Para Aparatos Sanitarios Eficientes.

⁴⁸ Norma Técnica Colombiana NTC 1500- Código Colombiano de Fontanería.

De los datos anteriores se puede observar que los consumos para aparatos sanitarios eficientes establecidos por la NTC 5757 y NTC 1500 presentan una definición de consumos eficientes que difieren de los consumos establecidos por los esquemas de C.S analizados, por lo tanto este requerimiento no aporta y aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales en la ciudad de Bogotá, por una parte por que la implementación de estos aparatos de consumo eficiente cuentan con normatividad técnica, legislación y disponibilidad de tecnologías a nivel nacional, por otra parte por que se puede observar que los consumos propuestos por los esquemas de C.S analizados son menores a los propuestos por las normas colombianas, lo que lleva a concluir que los consumos planteados por los esquemas de C.S en países como lo son Estados Unidos de Norte América , Reino Unido y Australia son consumos más exigentes en cuanto a ahorro que los propuestos por la normatividad Colombiana.

Por otra parte las presiones requeridas por estos esquemas varían de 300 a 415 KPa (0,3 MPa y 0,415 MPa). La Resolución 1096 de 2000, en el artículo 82, establece las presiones mínimas de servicio en la red, las cuales dependen del nivel de complejidad del sistema. Estos niveles de complejidad son: nivel bajo y medio con una presión de 98,1 KPa (0,09 MPa), nivel medio alto y alto con una presión de 147,2 KPa (0,1472 MPa). De estas presiones va a depender el funcionamiento de los aparatos sanitarios.

De igual manera, para el consumo de lavadoras y lavavajillas, diversas empresas han desarrollado tecnologías con el fin de reducir el consumo de agua en estos artefactos, para los cuales en Colombia se tiene disponibilidad (Ver anexo 3).

Recolección de aguas pluviales

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, proponen la recolección de aguas pluviales con el objetivo de disminuir el uso de agua potable e implementarla principalmente en usos tales como descargas de sanitarios, riego y baldeo.

El uso de las aguas pluviales tiene una ventaja y es que estas aguas no están expuestas a riesgos de contaminación por parte de basuras, plaguicidas, entre otros. Sin embargo, estas aguas corren el riesgo de estar contaminadas debido a los componentes presentes en la atmósfera, donde puede haber presencia de metales pesados, sustancias orgánicas, microorganismos, entre otros. De igual forma, al entrar en contacto con las superficies de recolección (en especial techos), se exponen a contaminación por heces de gatos, insectos, roedores, entre otros.

Según los requerimientos técnicos establecidos por la Resolución 1096 de 2000 se debe evaluar la calidad del agua lluvia ya que esta puede variar por diferentes aspectos (sitio de precipitación, contaminación en la zona de captación, etc.). El área de captación, que comúnmente son las cubiertas o techos de la construcción (deben tener un tamaño adecuado para suplir la demanda, así como una pendiente ideal para que el agua pueda escurrir hasta los canales de conducción). Para determinar el área de captación se debe tener en cuenta la

demanda anual de los habitantes a beneficiar y el promedio de precipitación anual de la zona. Los materiales de la superficie deben evitar el desprendimiento de sustancias que puedan perjudicar la calidad del agua atribuyendo al agua olores y colores, de igual manera se debe impedir el desarrollo de microorganismos que generen contaminación y se debe tener presente las pérdidas de captación como lo son la absorción y evaporación del agua. Los canales y las tuberías de conducción deben tener rejillas que eviten la entrada de hojas, palos u otros elementos que puedan obstruir el paso del agua. El agua lluvia captada debe ser almacenada en tanques o cisternas las cuales se deben encontrar en óptimas condiciones, evitando la proliferación de mosquitos por aguas estancadas y la entrada de sustancias que puedan contaminarla.

El almacenamiento debe cumplir con lo siguiente según lo establecido por la Resolución 1096 de 2000 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) Título II Requisitos técnicos:

- Debe ser impermeable para evitar pérdidas de agua por goteo.
- Debe contar con tapa para evitar así la entrada de polvo, insectos y luz solar.
- Debe permitir acceso para limpieza.
- Debe contar con elementos que permitan el drenaje de agua.
- Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.
- El diseño debe ubicarse en ambientes externos donde se expone a los factores climáticos.
- Especificación de niveles mínimos y máximos del tanque.
- La entrada de agua debe ser dotada de un sistema de cierre manual o automático que pueda maniobrarse desde la parte externa del tanque.
- Debe amortiguarse el impacto de la caída del agua sobre el fondo del tanque cuando éste se encuentre vacío, para evitar la erosión del fondo.
- La salida de agua del tanque debe ser independiente de la entrada.
- Los diámetros internos de la red de distribución deben ser definidos de acuerdo al nivel de complejidad del sistema (bajo, medio y alto) y del uso de agua.

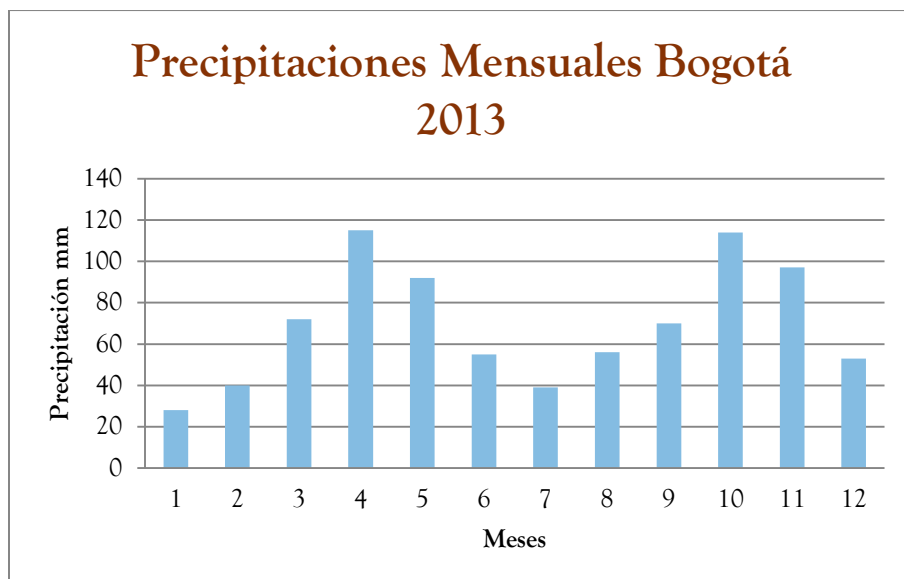
Para la conservación del agua almacenada es indispensable implementar métodos de filtración, clarificación y/o desinfección para eliminar o reducir la presencia de virus y bacterias que se reproducen en los contenedores. Para la recolección de aguas lluvias es necesario el uso de recipientes nuevos o esterilizados elaborados en plástico, se recomienda especialmente el polietileno de alta densidad ya que no libera materiales tóxicos. Si se implementan tanques de cemento, la calidad del agua que se va a almacenar, depende directamente de los acabados de su superficie y requiere de un material que permita impermeabilizarlos ya que estos tienen la característica de que su porosidad permite el desarrollo y crecimiento de moho, además de producir sedimentos. No es recomendable implementar tanques de metal ya que están sujetos a procesos de corrosión y oxidación.

Los contenedores deben permanecer completamente cerrados, evitando el crecimiento de mosquitos y la entrada de agentes contaminantes y animales. El agua almacenada en los contenedores se debe mantener en lugares frescos y oscuros, lo cual reducirá la proliferación de microorganismos patógenos. Para la distribución de estas aguas lluvias se debe implementar una red de distribución totalmente independiente de la red de agua potable.

Así mismo se debe contar con un sistema de bombeo. Para el diseño y construcción de este sistema se debe realizar:

- Un estudio de demanda.
- Revisar los aspectos generales de la zona.
- Estudios topográficos.
- Estudios de las condiciones geotécnicas.
- Disponibilidad de energía.
- Análisis de costo mínimo.
- Calidad del agua que va a ser bombeada.
- Las bombas deben seleccionarse de tal forma que se obtenga la capacidad y la altura dinámica requeridas, establecidas por el punto de operación al considerar las curvas características del sistema de bombeo y del sistema de tuberías, el dimensionamiento y el tipo de las bombas debe hacerse en conjunto con la tubería de impulsión y con el tanque de almacenamiento, la cantidad de bombas depende de la complejidad del sistema.

Para la recolección de aguas lluvias es esencial disponer con datos de precipitación de la ciudad de Bogotá. Es recomendable que estos datos provengan de una fuente oficial como lo es el caso del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), para poder así estimar la base de aguas lluvias con las que se podrían contar para el sistema de recolección/distribución y así poder estimar la demanda y las temporadas en las cuales se puede suplir este tipo de recolección, ya que el sistema no cuenta con una fuente permanente de suministro. Según el IDEAM las precipitaciones mensuales en la ciudad de Bogotá registradas en el año 2013 fueron:



Gráfica 9 Precipitaciones mensuales Bogotá año 2013- IDEAM Diciembre de 2013.

En la gráfica anterior se observan los meses con mayores, medias y menores precipitaciones presentadas en la ciudad de Bogotá en el año 2013. Estos datos permiten estimar la base de aguas lluvias con las que podrían contar los diferentes sistemas, y así mismo estimar la demanda y las temporadas en las cuales se puede suplir este tipo de estructuras de recolección.

De igual manera es importante tener presente el micro-clima de la ciudad, ya que los patrones de precipitación no son los mismos en toda la ciudad. En la ilustración 10 se observa la distribución espacial de las precipitaciones anuales en la ciudad de Bogotá.

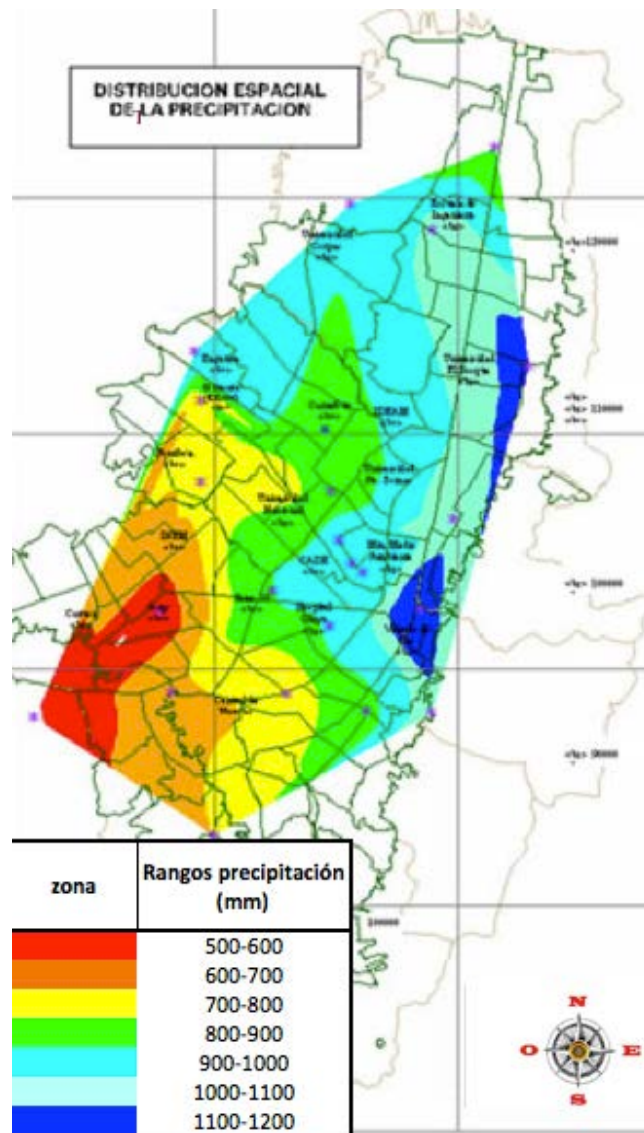


Ilustración 2 Cuencas Distribución espacial de precipitaciones anuales en la ciudad de Bogotá- Tomada de Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá-IDEAM 2013.

En la ilustración anterior se puede observar que en la parte sur de la ciudad la precipitación varía entre 500 y 800 mm/año, en el occidente entre 600 y 1000 mm/año, en el oriente entre 1000 y 1200 mm/año, en la zona norte entre 800 y 1000 mm/año y en la zona del centro varía entre 700 y 1000 mm/año.

Contemplando los datos anteriores de precipitaciones anuales por meses y zonas en la ciudad de Bogotá, se puede estimar la demanda, temporadas y zonas en la que el sistema de recolección de lluvias podría abastecer a la ciudad de Bogotá, teniendo presente el área de captación de cada vivienda residencial así como las pérdidas por absorción y evaporación del agua.

Contemplado lo anterior se debe tener presente que esta resolución se refiere a sistemas de gran escala y no a sistemas in-situ para viviendas residenciales. Teniendo en cuenta que esta estrategia de recolección de aguas pluviales establecida por los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, tiene como requerimiento ser implementado en las viviendas residenciales (in si-tu). Por esta razón este requerimiento aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, generando así que se requiera desarrollar aspectos como técnicas certificadas, normatividad y normas de calidad para aguas lluvias, requerimientos técnicos para áreas de captación, materiales, pendientes, promedios de precipitación anual, entre otros, todos estos enfocados a edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá.

Actualmente en Colombia existen empresas que ofrecen tanques de almacenamiento, tuberías y accesorios para la recolección de aguas pluviales (Ver anexo 4). Estos productos principalmente están diseñados para la recolección de aguas pluviales en casas de campo y edificaciones no residenciales, mas no para edificios residenciales, como lo es el caso de la ciudad de Bogotá, donde el crecimiento urbanístico se ve reflejado en la construcción de edificios residenciales.

Reciclaje de agua

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, proponen el reciclaje de aguas grises, siendo esta aguas provenientes del uso de duchas, lavado de ropa, grifos de cocina y lavamanos. El propósito del reciclaje de estas fuentes de agua es reducir la generación de aguas residuales y de abastecer la demanda de inodoros, riego y baldeo.

LEED BD+C HOMES V.4.0 propone esta estrategia para reducir la generación de aguas residuales.

BREEAM Multi Residential 2008, por su parte, propone esta estrategia para satisfacer las necesidades de descarga de inodoros, riego y baldeo.

De igual manera, GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 propone esta estrategia para abastecer la demanda de inodoros, aunque también especifica que estas aguas sean implementadas, para minimizar el uso de agua potable en grifos, duchas y lavadoras, teniendo presente que la legislación sanitaria vigente en las jurisdicciones de Australia no permite el uso de agua no potable para estos fines.

De acuerdo a lo anterior, en Colombia el proyecto de Acuerdo 134 de 2013 promueve la instalación de sanitarios y orinales que reúsen el agua utilizada en lavamanos, ya que al ser una combinación de agua y jabón, no requiere tratamiento para su reúso, como podría suceder en el caso de los lavaplatos, duchas y lavadoras. Con respecto al aspecto tecnológico,

existen empresas que fabrican sanitarios y orinales que reúsan el agua, por ejemplo sistemas que instalan encima del inodoro los lavamanos y/o sistemas que conectan el lavamanos al tanque del inodoro.

Un aspecto relevante que define la factibilidad y calidad de estos sistemas es que los inodoros no solo deben abastecerse de las aguas grises provenientes de los lavamanos, también deben implementar agua potable, lo cual hace que el grado de contaminación sea mínimo y no sea perjudicial para los usuarios en caso de contacto físico. Se estima que con la implementación de estos sistemas se puede llegar a generar un ahorro del 70% en un inodoro clásico con tanque de única descarga y un 50% en inodoros ahorradores. Con lo establecido anteriormente por el proyecto de Acuerdo 134 de 2013, se logrará la disminución de vertimientos de aguas residuales a los ríos de Bogotá y así mismo la reducción del uso de agua potable.

Por este motivo, se observa que en Bogotá, esta estrategia propuesta por los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0, ya se encuentra en proceso de desarrollo, por lo tanto su aplicabilidad es netamente factible, ya que se dispone de la tecnología, normatividad y tecnificación. Sin embargo es necesario evaluar más a fondo este tipo de reutilización del agua, ya que por cuestiones de salubridad, es vital que estas aguas grises pasen por un tratamiento básico, para evitar que con el tiempo se presente la aparición de microorganismos y la proliferación de mosquitos.

Por otra parte el Decreto 3102 de 1997, por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua, donde se establece que los ministerios responsables de los sectores que utilizan el recurso hídrico, darán un plazo máximo de seis meses para la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua, así mismo para el reemplazo gradual de equipos e implementos que generen un alto consumo de agua, logrando con esto la reducción de generación de aguas residuales.

De igual manera las aguas provenientes de duchas, lavadoras y grifos de cocina también podrían ser reutilizadas, siempre y cuando estas aguas pasen por tratamientos que aseguren que con su reutilización no perjudicarán la salud de los usuarios. Estas aguas requieren de un tratamiento que asegure su salubridad, ya que estas pueden estar contaminadas con grasas, químicos, detergentes, entre otros.

Con lo expuesto anteriormente se observa que en Colombia el reciclaje y la disminución de aguas residuales está siendo reglamentado y se dispone con las tecnologías para hacerlo, por lo que este requerimiento no aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá. Lo que sí podría aportar un valor agregado es la implementación de las aguas recicladas para abastecer la demanda de riego y baldeo, para lo cual es necesario determinar tratamientos que permitan purificar este tipo de aguas, para poder ser implementadas en este tipo de actividades.

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0 y BREEAM Multi Residential 2008 proponen el tratamiento in-situ de aguas residuales, con el propósito de reducir el uso de agua potable y reducir la necesidad de sistemas de tratamiento de aguas centralizados.

LEED BD+C HOMES V.4.0 propone esta estrategia para reducir el uso de agua potable.

BREEAM Multi Residential 2008 por su parte, propone esta estrategia para reducir la necesidad de sistemas de tratamiento de aguas centralizados, los cuales son dañinos para el medioambiente, y poder así posibilitar el reciclaje de agua en distancias y tiempos menores.

De acuerdo con anterior, actualmente en Colombia se cuenta con la Resolución 1096 de 2000 para la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) Título II Requisitos técnicos, Capítulo XIII Sistemas de potabilización de aguas y Capítulo XV Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, donde se establecen los siguientes requerimientos para la tratabilidad del agua:

- Estudio de tratabilidad de aguas.
- Los criterios y parámetros adoptados para establecer alternativas de procesos de tratamiento.
- Presupuesto estimativo por etapas y componentes, costos ambientales, de inversión, de operación y de mantenimiento.
- Selección del tratamiento de acuerdo a la calidad del agua.
- Alternativas técnicas, dentro del tratamiento seleccionado, con los correspondientes estudios de costos, eficiencia, simplicidad, etc.
- Nivel tecnológico apropiado. Debe ser el más conveniente de acuerdo con la capacidad técnico-administrativa y financiera, del nivel de desarrollo y la capacidad técnico-administrativa de la entidad responsable de la operación y mantenimiento de los sistemas; además, debe tenerse en cuenta que sea de simple construcción, fácil manejo, bajo costo de operación y que el sistema sea sostenible.
- Capacidad de operación y mantenimiento. Debe considerarse la capacitación del personal en el control y manejo del proceso seleccionado. Lo anterior tiene como objetivo evitar, siempre que sea posible, la implantación de tecnologías que excedan la capacidad técnica local para su operación.
- Caracterización de aguas residuales.
- Caracterización físico-química de las aguas residuales mediante muestras simples y compuestas.
- Estudios mínimos para tratamientos en el sitio de origen. Antes de proceder a implantar un sistema de tratamiento in-situ, deben realizarse los siguientes estudios: inspección visual; estudio de impacto ambiental: manejo de lodos, olores, tratamiento de patógenos; estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada; topográficos: pendiente del terreno; hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación

(promedio mensual); revisión de estudios previos hechos en la zona; vulnerabilidad sísmica e inundaciones.

Para la selección de los procesos de tratamiento de estas aguas es necesario tener presente las siguientes consideraciones:

- Características del agua a tratar.
- Grado de tratamiento según el uso final del agua.
- Disponibilidad de espacio.
- Costos.

De acuerdo a las consideraciones nombradas anteriormente se debe analizar que tipo de tratamiento se empleará (físico, químico, biológico o mixto), de acuerdo a la disponibilidad de espacio, costos y uso final del agua tratada.

Actualmente en Colombia la reglamentación para el tratamiento de aguas está establecida para los sistemas centralizados y sistemas de tratamiento de aguas municipales, mas no para sistema descentralizados que puedan ser implementados en viviendas residenciales. Esto se debe a la falta de técnicas certificadas y normatividad de tratamiento de aguas grises in-situ para viviendas residenciales nuevas.

Por otra parte, se hace pertinente realizar una comparación de los beneficios técnicos, tecnológicos, económicos, entre otros, que trae implementar sistemas de tratamiento descentralizados y centralizados de aguas como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 Beneficios de implementación de sistemas descentralizados de tratamiento de aguas.

PARÁMETRO	SISTEMA CENTRALIZADO	SISTEMA DESCENTRALIZADO
Sistema de recolección	Recorre grande distancias por lo que requiere grandes diámetros.	Redes más cortas requieren menores diámetros. Esto reduce el costo total de las redes de recolección tanto en materiales, como en excavación de zanjas
Tecnologías de tratamiento	Para tratar grandes caudales se requieren plantas sofisticadas y/o espacios muy grandes	A menos caudal mejores opciones tecnológicas de bajo costo.
Espacio requerido	Grandes extensiones en un solo lugar	Pequeñas áreas en muchos lugares

Operación y mantenimiento	Equipo técnico a tiempo completo	Menos exigencias (al tratarse de plantas más pequeñas). Un equipo puede monitorear varias plantas.
Uniformidad de la calidad de las aguas	En las grandes redes se mezclan muchos tipos de agua de distintas calidades, haciendo que el tratamiento sea más complejo.	Mayor uniformidad en la calidad de las aguas. En el caso residencial sólo se tratarán aguas domésticas.
Control social	Dado que el problema de contaminación se traslada a un sitio distante del lugar donde se generan, los usuarios no perciben los efectos ambientales	La responsabilidad sobre el agua y su precio es responsabilidad local. Los efectos ambientales son más evidentes, lo que genera una reacción y control por parte de la sociedad
Facilidad de expansión	La ampliación de plantas de tratamiento requiere de grandes inversiones	Se construyen nuevas unidades a medida que la ciudad crece
Potencial de reutilización del agua tratada	Se imposibilita la reutilización de las aguas tratadas por la mezcla de aguas servidas domésticas e industriales	El agua tratada puede reutilizarse localmente, resultando en un mejor balance hídrico a nivel local y mejoría en la conservación del recurso hídrico

De acuerdo a lo expuesto en la tabla anterior, se puede observar que la implementación de sistemas de tratamiento in-situ trae grandes beneficios ambientales. De igual manera se debe analizar que la ciudad de Bogotá no puede extenderse más allá de su perímetro urbano, por lo cual, a medida que aumenta el crecimiento demográfico de la ciudad más se reducen las áreas para habitar. Esto se ve reflejado en la construcción masiva de edificios residenciales, lo cual se debe tener presente a la hora de implementar sistemas de tratamiento in-situ, ya que va a haber un aumento en la generación de aguas residuales a tratar y una menor disponibilidad de espacios para la construcción de sistemas de tratamientos centralizados.

Contemplado lo anterior se observa que este requerimiento aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, ya que la normatividad existente, en cuanto a tratamiento de aguas, está establecida para sistemas de agua centralizados y municipales, haciendo relevante así, la necesidad de establecer técnicas certificadas, requerimientos técnicos y constructivos enfocados al tratamiento de aguas in-situ en las viviendas residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, teniendo presente que

actualmente sólo el 30% de las aguas residuales son tratadas por las plantas centralizadas existentes.

De igual manera, en Colombia existen empresas que ofrecen tecnologías y herramientas para sistemas de tratamiento de aguas residuales (Ver anexo 5), con lo cual se hace evidente la disponibilidad de tecnologías.

Jardinería eficiente-Riego

Los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residential 2008, proponen la estrategia de jardinería eficiente con el fin de reducir y/o eliminar el uso de agua potable.

LEED BD+C HOMES V.4.0 propone la jardinería eficiente de agua, la cual se basa en limitar en un 50% o eliminar el uso de agua potable haciendo uso de agua lluvia recogida, uso de aguas recicladas, uso de agua tratada y/o transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables o instalar jardinería que no requiera riego permanente.

BREEAM Multi Residential 2008 por su parte, propone jardinería eficiente de agua la cual se basa en disminuir el uso de agua potable con el uso de aguas pluviales o grises o de agua reciclada, la implementación de sensores de humedad del suelo y/o implementación de una estación pluviométrica.

Así mismo, estos dos esquemas también proponen determinar las plantas apropiadas para diseñar la jardinería con plantas autóctonas que permitan reducir los requisitos de riego e implementar equipos de alta eficiencia y/o controladores en función del clima.

Contemplado lo anterior, se estima que en Bogotá el consumo diario para riego de plantas es de 2 l/d por m², y se estima que las zonas verdes en viviendas residenciales varían entre el 25% y el 30% del total del área construida, esto con el fin de dar cumplimiento al Acuerdo Distrital 327 de 2008, por el cual se dictan normas para la planeación, generación y sostenimiento de zonas verdes denominadas pulmones verdes en el Distrito Capital.

Por otra parte, los requerimientos mínimos para el diseño de un jardín establecen que se deben emplear plantas que eviten gastos excesivos de agua en su mantenimiento y no se podrán usar especies que puedan ser focos de infección.

Por lo tanto para el desarrollo de esta estrategia es necesario conocer el clima que tiene esta ciudad, la cual cuenta con un clima templado de altura⁴⁹, por su baja latitud presenta una escasa variación térmica a lo largo del año y las temperaturas varían entre 6 y 24° C. Los meses que más presentan precipitaciones son marzo a mayo y de octubre a noviembre, y los

⁴⁹ El clima templado es un tipo de clima que se caracteriza por temperaturas medias anuales de alrededor de 15° C y precipitaciones medias entre 500 mm y 1.000 mm anuales.

meses secos del año son entre enero a febrero y de julio a agosto. Esto con el fin de poder establecer que tipo de plantas podrían implementarse y en que temporadas se requiere menor o mayor riego.

De acuerdo a lo anterior, Bogotá cuenta con el Jardín Botánico José Celestino Mutis, el cual cuenta con la base de datos de plantas que podrían implementarse en un jardín en la ciudad de Bogotá (Ver anexo 6).

En cuanto a la disponibilidad de tecnologías Colombia cuenta con diversos proveedores de riego eficiente para plantas (ver anexo 7).

Contemplado lo anterior, se observa que este requerimiento aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, ya que hace evidente la necesidad de implementar aguas recicladas y aguas lluvias para el riego en jardines, así mismo como el uso de agua tratada y/o transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables, con la cual no se cuenta.

Disminución del uso de agua caliente

El esquema de C.S GREEN STAR Multi Unit Residencial V.1.0 supone que el 50% del agua utilizada en lavamanos, grifos de cocina y duchas es de agua caliente, por lo tanto propone la disminución de agua caliente con el fin de reducir la emisión de gases de efecto invernadero (según el Banco Mundial, Australia emitió en el año 2010 16.9 toneladas de dióxido de carbono), mediante la instalación de accesorios eficientes o la instalación de un sistema de agua caliente como el agua caliente solar.

Actualmente Bogotá cuenta con el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) el cual estimó que en el año 2008 la ciudad habría emitido 1.89 toneladas de CO₂ (Dióxido de carbono), proviniendo éste de procesos industriales, módulo de energía, uso de productos, agricultura, silvicultura, usos del suelo y residuos. En el módulo de energía, las emisiones GEI provienen de la quema de combustibles y de las emisiones por manipulación de combustibles; en el módulo de Procesos Industriales y uso de productos, las emisiones GEI son provocadas por los procesos industriales (uso y transformación de materias primas mediante procesos químicos y físicos) y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles; en el módulo de agricultura, silvicultura y otros usos del suelo se consideran emisiones GEI las diferentes formas de carbono almacenado en todos los tipos de tierra; y en el módulo de residuos básicamente las emisiones GEI son generadas por la descomposición de la materia orgánica presente en los residuos sólidos y líquidos⁵⁰. Con lo anterior es evidente que las emisiones de dióxido de carbono hacen que el efecto invernadero aumente, produciendo incremento en la temperatura atmosférica, deshielos polares, variación en los regímenes de lluvias, todo esto generando modificaciones en los ecosistemas.

⁵⁰ Secretaría de Ambiente- Cambio climático Bogotá 2009.

Contemplado lo anterior, se observa que este requerimiento aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá. Por una parte, en Bogotá no se estiman ni existen bases de las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por el uso de agua caliente, ni del consumo de esta misma, por lo cual sería pertinente establecer estudios enfocados a la determinación del consumo de agua caliente y el aporte de éste a la generación de gases de efecto invernadero. Por tal motivo el desarrollo de esta estrategia en la ciudad de Bogotá traería grandes beneficios ayudando a disminuir en algún porcentaje las emisiones de CO₂. Siendo esta estrategia factible de aplicar ya que se puede desarrollar con la implementación de accesorios eficientes que generen menores consumos de agua.

Por otra parte GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 propone la implementación de duchas de agua caliente solar. El funcionamiento de estos calentadores solares se basan en la instalación de captadores solares que se ubican en las cubiertas, o en un lugar abierto orientado hacia el sol, un acumulador de agua caliente, módulos hidráulicos y una central, los captadores absorben la radiación del sol, las unidades hidráulicas transfieren el calor captado al acumulador donde se almacena de manera centralizada para poder distribuir el agua. Estos calentadores generalmente están contruidos con acero inoxidable o galvanizado y cristal lo cual lleva a que sean seguros ya que no provocan explosiones y son resistentes a altas temperaturas.

Para la factibilidad de aplicación de este sistema de agua caliente solar en la ciudad de Bogotá se debe considerar que la energía solar que llega a la superficie de la tierra no es constante a lo largo del tiempo. Según un estudio realizado por el IDEAM junto con el Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo Territorial y el Ministerio de Minas y Energía ,en el año 2013, se estimó que en Bogotá el número de horas de luz solar esta entre 1 a 6 horas, siendo este valor correspondiente al número de horas que en promedio durante un día de cada mes o año se puede ver el sol en el cielo, lo cual podría ser un factor limitante para la implementación de esta tecnología; sin embargo, se han desarrollado captadores los cuales son capaces de absorber la radiación solar durante días nublado. Por otra parte, se debe considerar la disponibilidad de espacio en las cubiertas para la instalación de los captadores solares, los cuales no requieren grandes áreas para su funcionamiento (Ver anexo 7).

La implementación de agua caliente solar traería varios beneficios tanto económicos como ambientales a la ciudad, ya que un calentador de punto y paso eléctrico, consumen entre 8.000 a 22.000 vatios, lo cual representa grandes costos en el consumo de energía en los hogares. Adicionalmente, los calentadores de paso a gas deben contar con un excelente abastecimiento de la red de gas para tener una buena eficiencia y deben estar ubicados en un lugar ventilado para evitar que, los gases que expelen pueden causar graves accidentes. También representa un aumento en los costos debido al consumo adicional de gas de los hogares. Por esta razón, se evidencia la necesidad de realizar un análisis económico de la implementación de este tipo de sistemas.

En Colombia la implementación de duchas de agua caliente solar tuvo lugar a mediados del siglo pasado. En Santa Marta, en los años sesenta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de las bananeras. En la Universidad Industrial de Santander se

instalaron calentadores solares domésticos de origen Israelí para estudiar su comportamiento, así mismo hacia finales de los años setenta y provocados por la crisis del petróleo de 1973, instituciones universitarias como la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional en Bogotá, la Universidad del Valle, entre otras instalaron calentadores solares domésticos y grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios.

La implementación de estas duchas de agua caliente solar tuvo su máxima expresión a mediados de los años ochenta, en urbanizaciones en Medellín (Villa Valle de Aburrá) y Bogotá (Ciudad Tunal y Ciudad Salitre). En estas urbanizaciones fueron instalados miles de calentadores desarrollados por la Fundación Centro Experimental Las Gaviotas⁵¹. Los calentadores solares costaban a mediados de los años ochenta y noventa el equivalente a US\$1000 por sistema y representaban una inversión inicial medianamente alta. El antiguo Banco Central Hipotecario realizó un análisis valor presente neto, concluyendo así que era más económico emplear calentadores solares que emplear electricidad para calentar agua.

Pero fue posteriormente, con la introducción de un auge energético más barato así como de gas natural, lo que desplazó del mercado la industria de calentadores solares, que para esa época su inversión era representativa, desde mediados de los años noventa hasta la actualidad, sumándole a esto que la capacidad de abastecimiento de estos sistemas se encontraba por debajo de la demanda de los usuarios. A raíz de esto no se continuaron estudios sobre estos sistemas⁵².

Contemplado lo anterior se observa que esta práctica en Colombia se ha venido desarrollando desde ya hace varios años, pero que dejó de ser implementada por factores económicos y tecnológicos. Actualmente la implementación de este tipo de sistemas se viene promoviendo como una práctica sostenible, debido a los fuertes impactos ambientales generados en el transcurso de los años por las actividades antropogénicas.

Por lo tanto se observa que este requerimiento aporta un valor agregado a la sostenibilidad de las edificaciones residenciales nuevas en la ciudad de Bogotá, ya que esto promovería de nuevo la implementación masiva de este tipo de tecnología, teniendo presente que su inversión inicial se verá retribuida con el paso del tiempo, así mismo se han desarrollado tecnologías, como se mencionó previamente, donde no es netamente necesario que la radiación solar sea alta y constante, ya que existen captadores de energía que tiene la capacidad de absorber radiación solar en días nublados, pero si se debe contar con un sistema auxiliar que supla el calentamiento agua en los días de lluvia.

⁵¹ El Centro las Gaviotas es una fundación encaminada a promover la conservación del planeta tierra.

⁵² Development of Solar Energy in Colombia and its Prospects-Humberto Rodríguez Murcia.

7. CONCLUSIONES

- El agua es un elemento muy abundante en la tierra, pero se encuentra irregularmente repartido y mal gestionado. Los problemas con el agua no se reducen únicamente a la situación geográfica, climática o demográfica de los países. El gran problema radica en el uso insostenible del recurso hídrico, el crecimiento poblacional, los procesos de urbanización desordenados, la generación de aguas residuales, entre otros. Frente a esta situación diferentes organizaciones a nivel mundial han desarrollado esquemas de construcción sostenible encaminados a mitigar el deterioro del planeta.
- La construcción sostenible es un término que abarca no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tenerse en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para la formación de las ciudades. Esta concepción refleja lo que ocurre en la actualidad, donde observamos que en los parámetros de desarrollo de las ciudades actuales se incluye al medio ambiente como insumo fundamental para asegurar un desarrollo que garantice una mejor calidad de vida para la población, incorporando conceptos de conservación, ahorro de recursos y reducción de la contaminación.
- Colombia no dispone de un esquema de construcción sostenible propio pero legislativamente cuenta con diversas leyes, decretos, resoluciones, programas, entre otros, los cuales están encaminados a la promoción del uso eficiente y ahorro del agua, lo que permite observar que en Colombia el interés por la conservación de los recursos hídricos va encaminado hacia requisitos obligatorios por parte de las empresas prestadoras del servicio y usuarios.
- Colombia se caracteriza por tener ecosistemas con un potencial hídrico valioso pero esto no quiere decir que el país sea ajeno a los problemas de contaminación y uso insostenible de este mismo.
- Bogotá a pesar de tener un enorme potencial hídrico, está sometida a un daño y presión permanente de sus ecosistemas, los cuales están siendo directamente afectados por la contaminación que llega día a día a los cuerpos de agua por los vertimientos de aguas residuales debido en parte al desarrollo urbanístico desordenado, industrias, falta de planeación y conciencia cultural ciudadana sumando a esto el consumo residencial de agua. Por tal razón, la implementación de esquemas de C.S puede convertirse en una alternativa que logre aminorar los problemas que afectan directa e indirectamente a los recursos hídricos, a través de la implementación de estrategias de uso eficiente y ahorro del agua.
- El uso residencial de agua en la ciudad de Bogotá representa el porcentaje más alto de consumo de agua, con un valor del 80%, generando este consumo un gran impacto sobre el recurso hídrico. Así mismo ese porcentaje se traduce en la cantidad de vertimientos de aguas residuales de las cuales solo el 30% son tratadas, generando esto un deterioro masivo sobre el sistema hídrico de la ciudad. Así mismo el crecimiento demográfico de la ciudad de Bogotá está avanzando a un ritmo acelerado, lo cual implica mayor presión sobre el recurso hídrico. Por tal motivo, se hace necesario implementar en las viviendas residenciales estrategias de uso eficiente y ahorro del agua, las cuales permitan reducir los consumos en sanitarios, duchas,

lavamanos, cocina, riego, entre otros, logrando con esto la disminución de producción de aguas residuales la cuales podrían ser recicladas y tratadas in-situ.

- Al realizar la identificación de estrategias y herramientas de ahorro y uso eficiente del agua para viviendas residenciales en los esquemas de C.S LEED BD+C HOMES V.4.0, BREEAM Multi Residencial 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 se observó que estos esquemas tienden a mitigar el consumo excesivo de agua en los hogares enfocados casi en las mismas estrategias y herramientas, generando así ahorros representativos y a su vez contribuyendo desde las viviendas residenciales a disminuir la presión sobre el recurso hídrico.
- Desarrollando el análisis de factibilidad de aplicación de medidores de agua, propuesto por los esquemas, se observó que en Colombia es obligatoria la implementación de medidores de agua con el fin de controlar y gestionar el consumo de agua. No obstante, el valor agregado de esta estrategia por parte de los esquemas, se basaría en la implementación de sistemas BMS, para lo cual se hace necesario desarrollar un estudio costo-beneficio, en el cual se establezcan la viabilidad de la implementación de estas tecnologías, el impacto social y los beneficios ambientales para la ciudad de Bogotá.
- En cuanto a la implementación de aparatos de consumo eficiente, se encontró, por una parte que Colombia cuenta con certificación WaterSense contemplando así la disponibilidad de tecnologías eficientes para ahorrar agua.
- Se observó que los consumos eficientes para aparatos sanitarios en Colombia están establecidos por la NTC 5757, NTC 1500 y a su vez el Proyecto de Acuerdo 134 de 2013 promueve la implementación de estos. Así mismo, la Ley 373 de 1997 establece que "el uso eficiente del agua es obligatorio en Colombia", por lo cual se observa que el uso de algunos esquemas son de carácter voluntario mientras en Colombia se hace obligatoria la implementación de estos aparatos de consumo eficiente.
- De acuerdo a la estrategia de recolección de lluvias, se encontró la Resolución 1096 de 2000, en la cual se establecen los requerimientos para desarrollar esta estrategia, y se evidencio que esta resolución no está enfocada a la recolección in-situ en viviendas residenciales. Por otra parte la implementación de un sistema recolector de aguas lluvias no sólo requiere de un análisis de precipitaciones, sino también de factores sociales, culturales y económicos. De igual manera se evidencia la necesidad de desarrollar estudios que establezcan la gestión integral de estas aguas.
- En cuanto al reciclaje de agua, se encontró el Proyecto de Acuerdo 134 de 2013 el cual promueve la instalación de sanitarios y orinales que reúsen el agua utilizada en lavamanos. Esto permite establecer que Colombia está desarrollando programas, leyes, acuerdos, entre otros, enfocados a la conservación del recurso hídrico.
- En cuanto a tratamientos de agua in-situ, se observó que no existen normatividades técnicas ni legislación para tratar aguas residuales en las viviendas residenciales, lo cual sería beneficioso para la ciudad de Bogotá, debido a que en esta se produce un gran volumen de aguas residuales domésticas y se espera un aumento en este volumen generado por el crecimiento poblacional. Adicionalmente, la implementación de esta estrategia contribuiría a un aumento en el reciclaje de aguas.

- En cuanto a la implementación de duchas de agua caliente solar, se encontró que en Colombia la implementación de estos sistemas se venía dando desde ya hace varios años, y que no progresó en ese entonces por un auge energético y por la generación de gas natural a bajo costos. En la actualidad, se observa desde un punto de vista diferente, ya que hoy en día la implementación de estas duchas de agua caliente solar trae beneficios económicos y ambientales.
- Contemplando el análisis de factibilidad de los esquemas de construcción sostenible LEED BD+C HOMES V.4.0 , BREEAM Multi Residential 2008 y GREEN STAR Multi Unit Residential V.1.0 de origen extranjero se pudo encontrar que la sostenibilidad en Colombia está enfocada hacia el desarrollo de normas y leyes, lo cual es aún más beneficioso para la ciudad y sus ecosistemas, ya que el desarrollo sostenible está encaminado a estrategias obligatorias que garanticen su cumplimiento.
- Por otra parte, al identificar las estrategias y herramientas propuestas por cada esquema, se observó que existen diversas formas de conservar los recursos naturales que no son de difícil aplicación y que están al alcance, teniendo presente que Bogotá es una ciudad que cuenta con valiosos ecosistemas, un clima favorable, leyes, decretos, programas, entre otros, que van enfocados a regular la sostenibilidad.
- De acuerdo al análisis realizado de los esquemas de construcción sostenible se puede llegar a concluir que la factibilidad de aplicación en la ciudad de Bogotá, por una parte se encuentra reglamentada y por otra existen estrategias que no están establecidas en la ciudad, por lo cual se hace evidente estudiarlas a fondo ya que son muchos factores los que influyen sobre estas. Así mismo es evidente el desarrollo de estudios sociales- culturales y económicos, ya que no se puede pretender recurrir a tecnologías, técnicas y normas sino también al cambio cultural y conciencia social.
- De acuerdo a la factibilidad de aplicación de estos esquemas en viviendas residenciales en la ciudad de Bogotá, se contempló que las estrategias de recolección de aguas lluvias, tratamiento in-situ, jardinería eficiente y disminución del consumo de agua caliente, son estrategias que aportan un valor agregado y que sería un buen camino poder adoptarlas en la viviendas residenciales en la ciudad, ya que traen grandes beneficios ambientales, lo que aportaría a un cambio climático positivo y generaría un fuerte impacto en el desarrollo de la sostenibilidad de Bogotá.
- El desarrollo de un esquema de construcción sostenible para Colombia es de vital importancia, ya que actualmente se cuentan con herramientas base para el desarrollo sostenible, las cuales están legisladas y normativizadas, pero no conforman un núcleo común, lo cual genera tanto su desconocimiento como su poca aplicabilidad.

8. REFERENCIAS

- Amparo Vilches y Daniel Gil Pérez. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. Universidad de Valencia.
- Ajoever. Manual de instalación Calentadores solares de agua.
- BREEAM .(2014). BREEAM Scheme Documents.
- Cámara Colombiana de la Construcción. (2013). Colombia construcción en cifras.
- Comunidad Planeta Azul – Distribución del agua en nuestro planeta 2013.
- Code for Sustainable Built Enviroment. (2008). Scheme Document SD 5064, BREEAM Multi Residential.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Valores mensuales de precipitaciones.
- Corona. (2013). Catálogo de productos sanitarios lavamanos y complementtos.
- Cristina Gamboa Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.(2012). Ciudades sostenibles y resilentes: una agenda para Colombia.
- Department for Communities and Local Goverment. (November 2010). Code for Sustainable Homes, Technical Guide.
- Dirección de agua potable y saneamiento básico.(2000). Sistemas de acueducto, Sección III, Titulo B.
- Departamento Nacional de Planeación. Avances de la Política Nacional de Construcción Sostenible.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES). Decenio internacional para la acción “El agua fuente de vida” 2005-2015.
- Edmundo Pérez Hernández. (1976). La crisis del agua en Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Efraín Antonio Domínguez Calle, Hebert Gonzalo Rivera, Raquel Vanegas Sarmiento, Pedro Moreno. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano.
- Gil Mateus Edwin Oswaldo (2011) Demanda de agua en los hogares urbanos y cambios tarifarios en Bogotá, Universidad de la Salle.
- Gelber Norberto Gutiérrez Palaci.(2011). Análisis de factores determinantes de la demanda residencial de agua en Colombia.
- Green Star .(2010). Multi Unit Residential V.1.0
- Humberto Rodríguez Murcia. (2009) Development of Solar Energy in Colombia and its Prospects.
- IDEAM. (2010). Estado y dinámica del agua en áreas hidrográficas de Colombia, análisis integrado e indicadores hídricos (capítulo 8).
- IDEAM.(2010). Estudio Nacional del Agua, Demanda de agua doméstica por sub zonas hidrográficas.
- IDEAM (2000). Estudio nacional del agua. Balance hídrico y relación demanda-oferta en Colombia. Santafé de Bogotá.
- Ingetec S.A. Agua potable y alcantarillado.
- Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el

- mundo, Agua para todos agua para la vida.
- Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos-Naciones Unidas Marzo 2012.
 - Jordi Cortes. El agua en el mundo cooperación y conflicto, Observatorio Solidaritat Universidad de Barcelona.
 - Jacques Wirten. Recursos hídricos, resumen del 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.
 - LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction For the Design and Construction.(2014)
 - LEED. (2014). Reference Guide for the Green Building Design and Construction.
 - LEED.(2009).Water Use Reduction Additional Guidance, Version 7.
 - Leonardo Montenegro. Flora Capital-Publicaciones Jardín Botánico José Celestino Mutis.
 - Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico. (2009).
 - Ministerio de Desarrollo Económico. Resolución 1096 de 2000.
 - Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). El IDEAM y la gestión integral del recurso hídrico.
 - Ministerio del Desarrollo Económico.(2000). Decreto 302 de 2000 .
 - Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.(2006). Selección y normalización de categorías de productos para el Sello Ambiental Colombiano.
 - Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Ministerio de Energía y Minería. (2013). Mapas de brillo solar.
 - Nelson Manolo Chávez Muñoz. Tarifas y consumo básico de agua potable para Bogotá, incluyendo tasas por utilización de agua.
 - Norma Técnica Colombiana. NTC 920 – Aparatos Sanitarios de Cerámica (2011).
 - Norma Técnica Colombiana. NTC 5456 – Accesorios para Tazas de Inodoros, Tanques y orinales (2006).
 - Norma Técnica Colombiana. NTC 1500 – Código Colombiano de Fontanería (2004).
 - Organización Mundial de la Salud, Programa de Políticas Públicas y Salud División y Desarrollo Humano. Desigualdades en el acceso, uso y gasto con el agua potable en América Latina y el Caribe. Serie informes técnicos No.4, Colombia.
 - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). Informe sobre el desarrollo humano-Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial de agua.
 - Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Objetivos del desarrollo del milenio Colombia 2014.
 - Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio y Consejo de Colaboración para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
 - Paolo Lugari. (2009). Fundación Centro Experimental Las Gaviotas.
 - República de Colombia
Departamento Nacional de Planeación (2004). Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia.
 - Secretaría Distrital del Ambiente. (2012). Calidad del recurso hídrico de Bogotá años

Ministerio de A

2011-2012.

- Secretaría Distrital del Ambiente.(2008). Calidad del sistema hídrico de Bogotá.
- Secretaría de Planeación. (2010). Bogotá ciudad de estadísticas, población y desarrollo urbano(Boletín 23).
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2012). Consumo promedio per cápita de agua en el sector público distrital.
- Secretaría de planeación. (2009). Proyecciones de población e indicadores demográficos de Bogotá.
- Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Ley 142 de 1994 Nivel Nacional.
- Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Decreto 2820 de 2010 Nivel Nacional.
- Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Proyecto de Acuerdo 134 de 2013 Concejo de Bogotá D.C.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2008). Plan distrital del agua “agua para todos”.
- The World Bank. (2014). World Development Indicators: Energy dependency, efficiency and carbon dioxide emissions.
- U.S Green Building Council LEED.(2010). Green Building Certification System.
- UNEP SBCI. (2009).Building and Climate Change. Summary for decisión-makers.
- UNEP SBCI. Iniciativa para edificios sostenibles y clima.

9. ANEXOS

Anexo 1 WaterSense Standards

Instalaciones , accesorios y electrodomésticos residenciales	Línea Base
Sanitarios HET (High Efficiency Toilet)	1.28 gpf
Sanitarios HET, Single-flush pressure assist	1.0 gpf
Sanitarios HET, Dual-flush (full flush)	1.6 gpf
Sanitarios HET, Dual-flush (low flush)	1.1 gpf
Sanitarios HET, Foam flush	1.1 gpf
Lavamanos	1.5 gpm
Lava platos	1.8 gpm
Duchas	1.8 gpm

Anexo 2 Productos Corona certificados por WaterSense disponibles en el mercado colombiano

ACCESORIO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Taza Erie	Material: Porcelana Vitrificada Rango de presión de agua: 20 a 80 psi Sistema de descarga : tecnología de sifón jet Consumo de agua : 1.28 gpf o 4.84 lpf Diámetro de sifón : 2" Trap seal : 2-3/4" Dimensiones: 60cm x 40 cm x 35 cm
Taza Báltico	Material: Porcelana Sanitaria Rango de presión de agua: 35 a 125 psi Sistema de descarga : fluxómetro Espejo de agua: 9 5/8" x 11 3/4" (24.5cm x 30 cm) Paso de sifón : 2" (5.1 cm) Medida de instalación: 10" (25.5cm)
Taza Adriático	Material: Porcelana Sanitaria Rango de presión de agua: 35 a 125 psi Sistema de descarga : fluxómetro Consumo de agua : 1.28 gpf o 4.84 lpf Paso de sifón : 2" (5.1 cm) Medida de instalación: 10" (25.5cm)

ACCESORIO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Sanitario Cyclone Ultra	Material: Porcelana Vitrificada Rango de presión de agua: 25 a 125 psi Sistema de descarga : presión asistida FlushMate Consumo de agua : 3.8 lpf o 1.1 gpf Diámetro de sifón : 2" Medida de instalación: 12" (30.5cm)
Sanitario Portento Plus	Material: Porcelana Vitrificada Rango de presión de agua: 15 a 125 psi Sistema de descarga : descarga por gravedad Consumo de agua : 4.85 lpf o 1.28 gpf Diámetro de sifón : 2 1/8" (5.4cm) Medida de instalación: 12" (30.5cm)
Sanitario Prestigio	Material: Porcelana Sanitaria Rango de presión de agua: 15 a 125 psi Sistema de descarga : presión asistida FlushMate IV de Sloan Consumo de agua : 1.1 gpf o 4 lpf Paso de sifón : 2" (5.1 cm) Medida de instalación: 12" (30.5cm)

Anexo 3 Empresas en Colombia que ofrecen Lavadoras de bajo consumo

EMPRESA	DESCRIPCIÓN PRODUCTO
LG	Lavadora Discovery 2 consume un 5-% menos de agua y un 40% menos de energía, con capacidad para 18 Kg.
Whirlpool	Lavadoras con capacidad para 12 Kg, ahorran un 70% de agua y un 80% de energía

Samsung	<p>Lavadora eccoblubble, con capacidad de 38 libras, más capacidad significa menos cargas, podrás lavar menos veces y así reducir tus facturas de agua y electricidad. Ahorrarás agua y dinero</p>
---------	--

Anexo 4 Empresas en Colombia que ofrecen tanques y accesorios para recolección de aguas pluviales

EMPRESA	DESCRIPCIÓN PRODUCTO
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	
Eternit	<p>Tanques plásticos: Livianos, higiénicos, resistentes y económicos, así son los tanques plásticos Ecoplast. Diseñados tecnológicamente para cuidar y proteger el agua, son de doble capa para evitar el paso de los rayos ultravioleta y de fondo claro para facilitar la inspección de los líquidos. Disponibles en color negro y azul cielo. Cuenta con conexión de entrada, rebose, salida de servicio, válvula de paso directo para interrumpir la entrada del agua en caso de reparación o lavado de tanque, válvula de paso para interrumpir la salida al servicio en caso de reparación o para lavado de tanque, válvula de paso, se abre solamente para lavar el tanque y conexión universal.</p>
Acuaviva	<p>Tanque de agua 250,500, 750, 1000, 2000 Y 6000 litros, elaborado en materiales que no contienen aditivos ni colorantes, una capa externa con aditivos, para el bloqueo de rayos ultravioletas, económico, resistente a la intemperie, tapa segura que permite un acople que evita el ingreso de impurezas, multiusos ya que sirve para almacenar una gran cantidad de productos, fácil de instalar por se liviano y se limpia rápidamente. Se compone conexiones en PVC, dos adaptaciones macho y hembra de 1" con su respectivo empaque, un adaptador macho y hembra de 1/2" con su respectivo empaque, no incluye válvula no flotador.</p>
Colempaques	<p>Tanque de 500 litros de fácil instalación, con aletas que permiten que la tapa permanezca fija, con aditivo U.V que bloquea los rayos ultravioleta, haciéndolo más resistente a la intemperie.</p>
Aqua Oriente Ingeniería de aguas Ltda	<p>Tanques para almacenamiento de agua y productos químicos son fabricados en Poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.). Se encuentran disponibles en volúmenes desde 500 litros; en Geometrías tronco cónicos, cilíndricos horizontales, cilíndricos verticales, enterrados o a la vista. Cuentan con una garantía de 5 años y se fabrican de acuerdo a los requerimientos del cliente y con normas de fabricación ASTM C 582, ASMD 4021, INCONTEC 2888, INCOTEC 2890.</p>

Ajovert	<p>Los Tanques y contenedores Ajovert son versátiles para ser usados en diferentes aplicaciones donde se requiere almacenar variedad de productos. Una de sus aplicaciones más comunes es el uso como tanques externos de almacenamiento y suministro de agua. El material del que están elaborados y su diseño, les dan características que los hacen capaces de desempeñarse de manera excelente en aplicaciones adecuadas. tanque externo de almacenamiento y suministro de agua. Son resistentes a la exposición solar y al impacto. Tamaños disponibles: 250 Lt, 500 Lt, 1000 Lt, 1500 Lt y 2000 Lt.</p>
---------	---

ACCESORIOS	
Durman	<p>Canales de PVC - Canales y bajantes Romanas para sistemas pluviales, el sistema de canales Romanas reúne lo óptimo en estética, calidad y funcionalidad. El mantenimiento es prácticamente nulo ya que al ser de PVC se elimina el problema de la corrosión. Las canales y bajantes son inoxidables. Son livianas:</p> <p>Un tramo de canal de tres metros pesa 2.8 Kilogramos y un tramo de Bajantes de tres metros pesa 2.35 Kilogramos. Se compone de: Canal 3m, bajante rectangular de 3m, bajante redonda de 2" y 3", unión de canal a bajante 2" y 3", unión de canal a bajante rectangular, soporte bajante 2" y 3", soporte bajante rectangular, esquinero externo e interno, unión de bajante rectangular, unión de canal, soporte oculto, tapas der-izq, codo bajante 90°- 2" y 3", codo rectangular bajante 90°, unión press sencillo 2" y 3".</p>

Anexo 5 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

EMPRESA	DESCRIPCIÓN PRODUCTO	USOS
Ajovert	<p>Sistema de tanques Sépticos de Ajovert es una alternativa sencilla y económica para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, utilizando un tanque séptico y tratamientos complementarios. Tanque aeróbico, Complemento ideal para el tratamiento secundario cuando se desea verter aguas con muy bajos porcentajes DBO5 y SS, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos de sedimentación. Tanque Anaeróbico para tratamiento secundario, requerido para mejorar la calidad del agua proveniente del Tanque Imhoff o del Tanque séptico según instalación. Tanque Imhoff mejora la digestión de la materia orgánica, dando como resultado un agua residual de mejores características. Cuenta con un Tanque Sedimentador de mayor tamaño que permite de manera eficiente la separación de lodos y grasas que se presentan en el proceso, dejando como resultado el agua más limpia. Trampa de Grasa es útil para separar las grasas y los sólidos por un proceso natural, que se fundamenta en las diferentes densidades de estas sustancias respecto de la densidad del agua, realiza un pre-tratamiento de las aguas residuales separando, hasta en un 90%, las grasas y los materiales flotantes procedentes de la cocina, de la lavadora, del lavaplatos, de la ducha o lavamanos.</p>	<p>Hogar/ Vivienda rural/ Vivienda de interés social/Vivienda urbana/ Viveros/Galpones</p>
Eduardoño	<p>Sistemas sépticos son unidades domésticas para el tratamiento de aguas residuales. Realizan la separación de sólidos livianos y pesados como también la descomposición por medios anaeróbicos. Son productos no mecanizados, de fácil operación y bajo costo. Fabricados en PRFV (Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio) Cumplen con la normatividad RAS 2000. El rango de Sistemas sépticos desde 2400 hasta 30000 litros atienden a partir de una vivienda.</p>	<p>Vivienda rural/Hogar/Viveros/Galpones</p>
Eternit	<p>Sistema de aguas residuales domésticas: El sistema de Tratamiento Anaeróbico de Aguas Residuales Domesticas de ETERNIT consiste en la degradación eficiente y controlada de la materia orgánica contenida en las aguas negras domesticas en un proceso de 4 etapas utilizando tanques plásticos Eternit.</p>	<p>Hogar/Casas de campo</p>

<p>Acuaplantas Ingeniería Ltda</p>	<p>Lodos activados por aireación extendida Reactores anaeróbicos de pantallas Sistemas mixtos (Aeróbicos - anaeróbicos) Sistemas primarios y humedales. Variedad de materiales de fabricación - Fibra de vidrio, polietileno, lamina de acero al carbón y acero inoxidable. Son modulares, permitiendo así ampliar la capacidad cuando el proyecto lo requiera. Cortos tiempos de instalación y fáciles de instalar con pocas obra civil comparadas a otro tipo de tecnología. Cumplimos normatividad técnica y ambiental tanto para la fase de diseño como para la construcción de las unidades de tratamiento.</p>	<p>Hogar/ Vivienda rural/ Vivienda urbana/ Viveros/Galpones</p>
<p>Aguas de Colombia Ltda- Tratamiento de aguas</p>	<p>RESIBLOC I: Planta Compacta tipo cilíndrico vertical, donde se realizan todos los procesos: Cribado, desarenado, trampa de grasa, aireación, sedimentación, retorno de lodos por medio de air-lift y desinfección. Capacidad de 5-600 habitantes en un solo modulo compacto. Y de 1000-6000 habitantes en un módulo construido en casquetes y ensamblado en sitio. Procesos de lodos activados convencionales o aireación extendida. Bajo peso, fácil de transportar y trasladar en caso de ser necesario. Área menor comparada con otros sistemas RESIBLOC II: Planta Compacta tipo cilíndrico horizontal, donde se realizan todos los procesos. Procesos de lodos activados convencionales o aireación extendida. Cribado, desarenado, trampa de grasa, aireación, sedimentación, retorno de lodos por medio de air-lift y desinfección. Capacidad de 200-1200 habitantes en un solo modulo compacto. Esta planta puede ir enterrada.</p>	<p>Hogar/ Vivienda rural/ Vivienda urbana/ Viveros/Galpones</p>

Anexo 6 Plantas aptas para sembrar en Bogotá- Jardín Botánico José Celestino Mutis

Estas son algunas plantas aptas para sembrar en jardines en la ciudad de Bogotá:

PLANTAS PARA CLIMA TEMPLADO	
Agerato	Lirio amarillo
Astilbe	Lirio japonés
Bambúes	Lobelia
Bergenia	Artemisia arborescens
Cala	Corona de novia
Cosmos	Jasmín Chino
Dalia	Margarita amarilla
Helecho espada	Rosa sinensi
Helecho real	Bárbara dobbins
Lirio	Carnea
Chromatella	Viña ornamental
Indiana	Madre selva
Helvova	Jasmín amarillo
Rosa trepador	Hiedra de persia

Anexo 7 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para riego de jardines

EMPRESA	PRODUCTO
Maquiver S.A	Aspersores para riego residencial, cuenta con un ajuste sencillo de tope izquierdo, marca el arco con la banda de ajuste gris. El sistema de banda es preciso y elimina la necesidad de ajustes finos. Aspersores Mini 8 1/2" es un aspersor intermedio, incluye 5 boquillas intercambiables, emplea un aspersor de turbina de 13 mm, regando con mayor eficiencia y ahorrando agua.

Irrigaciones Ltda	Bombas y Estaciones de Bombeo, Aspersores y Cañones, Filtros de Grava y Discos (anillos), y estaciones de filtrado, Controladores, Componentes de Automatización, Válvulas de Control, Motores eléctricos y Arrancadores, Accesorios y componentes de Riego por Goteo Riego para Jardines y Campos de Golf, Compresores, Sistemas de Inyección de, Fertilizantes (manual y automático), Reguladores de Presión, medidores de caudal y tensiómetros.
-------------------	---

Anexo 8 Empresas en Colombia que ofrecen herramientas y tecnologías para el agua caliente solar

EMPRESA	DESCRIPCIÓN PRODUCTO
Alta Ingeniería XXI	Captadores solares con tubos al vacío está formado por tubos de vacío (Heat-Pipe). La tecnología Heat-Pipe, utiliza un tubo de calor sellado que contiene un líquido no tóxico que se vaporiza al calentarse. El vapor sube hasta un cabezal, donde cede calor al agua que circula a su alrededor. Al enfriarse el vapor por el paso de agua fría (AFS), este se condensa y desciende de nuevo en forma de líquido, para empezar nuevamente el ciclo. Por la radiación solar, los colectores funcionan como una guía de calor, en cuya cámara se alcanzan temperaturas de hasta 150°C. Al circular agua por sus tuberías de cobre y con apoyo de la placa captadora, es calentada y depositada en un termo tanque hasta alcanzar una temperatura promedio anual de 45 a 60°C, (de acuerdo al modelo podrá obtener una mayor temperatura de hasta 80°C).

<p>Ajover</p>	<p>El Calentador Solar de Agua captura la energía térmica del sol para calentar el agua que usted utiliza en su hogar. Esta Tecnología solar utiliza una serie de tubos especialmente diseñados y revestidos con materiales que absorben los rayos del sol.</p> <p>Con esta energía gratis, se caliente el agua. Tendrá agua caliente durante todo el día y la noche hasta en climas fríos como el de Bogotá. El Calentador Solar de Agua tiene un tanque especial que permite que el agua conserve buena parte del calor que se absorbió con el sol durante el día</p>
<p>ENECO- Ingeniería y consultoría energética</p>	<p>El calentador solar permite la conversión de energía solar a energía térmica para propósitos de calentamiento de agua. Genera importantes ventajas tales como su facilidad de instalación, economía, estructura simple, alta eficiencia de calentamiento, y libre de mantenimiento. Entre los tipos de sistemas con los cuales se cuenta, se encuentran los calentadores solares de tubos al vacío, calentadores solares de agua a presión de tubos al vacío, y calentadores solares de agua de tubos al vacío sin presión.</p>

Yo _____ he revisado y aprobado el trabajo de grado:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE USO
EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA DE LOS ESQUEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
LEED, BREEAM Y GREEN STAR PARA VIVIENDAS RESIDENCIALES NUEVAS EN LA CIUDAD
DE BOGOTÁ

FIRMA

FECHA