

# APLICACIÓN DE LAS CUBIERTAS VERDES EN EL MEDIO LOCAL COMO SOLUCIÓN AL DEFICIT DE ZONAS VERDES EN MEDELLÍN\*

APPLICATION OF GREEN ROOFS LOCALLY AS A SOLUTION TO THE DEFICIT  
OF GREEN AREAS IN MEDELLIN

**Robert Hoyos Giraldo** \*\*

## RESUMEN

A partir de la ley 388 de 1997, la cual promueve los planes de ordenamiento territorial P.O.T, para las ciudades de Colombia y después de una década de seguir un rumbo marcado por una búsqueda social, urbana y ecológica, en este caso Medellín, el Área Metropolitana del Valle de la Aburrá –AMVA- en su condición de entidad asesora y coordinadora de la planificación del territorio, formuló un plan director -Bio 2030- con el fin de generar directrices en la planificación del Área metropolitana en los próximos 20 años. En el estudio realizado por varias entidades académicas, gubernamentales y privadas para el desarrollo de este plan director, se evidenciaron varias problemáticas, entre ellas el déficit de espacios públicos verdes en la ciudad, y todo lo que esto implica en el constante crecimiento de la urbe. Para este fin, este artículo de reflexión busca por medio de las *cubiertas verdes*, ahondar y evaluar la aplicación de este sistema constructivo como una posible solución en el aporte a esta problemática ambiental que se viene presentando en el Área Metropolitana.

**Palabras Claves:** *Déficit de Espacios Verdes, Cubierta Verde, Problemática Ambiental.*

---

\* Artículo para Optar a título en especialista en Ingeniería en la Construcción, Asesora Metodológica: Lina Marcela Acevedo Correa, Asesor Temático: Amilkar Alvarez Cuadrado

\*\* Arquitecto de la Empresa Lahmeyer, Consult Sucursal Colombia, Carrera 43ª N° 1 a sur 29 Oficina 514 Medellín, tel 3121181 - [robert.hoyos@de.lahmeyer.com](mailto:robert.hoyos@de.lahmeyer.com)

## ABSTRACT

From the law 388 of 1997, which promotes land use plans P.O.T for cities of Colombia and after a decade of following a course set by social search, urban and ecological in this case; Medellin, the Department metropolitan Aburrá Valley-AMVA-in its capacity as advisor and coordinator of regional planning, formulated a plan director with order to generate guidelines in planning the metropolitan area over the next 20 years. In the study developed by various academic, governmental and private company consulting for master plan, several problems were evident, including the lack of public green spaces in the city, and all that this implies in the steady growth of the city. To this end, this article reflection looking through green roofs, deepen and evaluate the implementation of this construction system as a possible solution in contributing to this environmental problem that is showing in the Metropolitan Area

**Keywords:** Deficit Green Spaces, Green Cover, Environmental Issues.

## INTRODUCCIÓN

Realizando un cuadro comparativo en el cual se encuentra el Área metropolitana del Aburrá, frente a este déficit de espacialidades verdes, a nivel mundial. Como marco referencial para la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Interamericano de desarrollo (BID), Medellín actualmente se encuentra muy por debajo de los índices recomendamos (menos de 5 m<sup>2</sup>). Estas entidades regulan para las ciudades intermedias un índice por habitante de área verde mayor a 9 m<sup>2</sup>.

Siguiendo en esta línea este artículo tiene como objetivo principal evaluar las cubiertas verdes y su aplicación en el medio local como solución al déficit de espacio verde que actualmente presenta Medellín. Para lograr este objetivo este artículo en primera instancia realiza una breve descripción de la importancia que tienen las cubiertas verdes a nivel mundial y su aporte al medio ambiente, luego desarrolla un análisis de la implementación de algunos edificios de carácter público de este sistema constructivo en nuestra ciudad, y por último evalúa el tipo de sistema constructivo para desarrollar una cubierta verde que actualmente se emplea en nuestro medio local.

Este trabajo pretende mostrar que el gran valor de estos espacios verdes no solo radica en un espacio para el esparcimiento recreativo o visual de los ciudadanos, sino que realmente cumplen una función fundamental en el mejoramiento medioambiental de nuestras ciudades, por lo que un mayor índice es generar una mayor calidad de vida para el espacio urbano.

## **CUBIERTAS VERDES EN EL MARCO INTERNACIONAL**

A Partir del protocolo de KIOTO, (Protocolo de Kyoto, 1997) en el convenio sobre el marco del cambio climático de las Naciones Unidas firmado en 1997, algunas naciones han optado por implementar políticas que mitiguen el impacto ambiental a nivel mundial producto del efecto invernadero que induce al calentamiento global. Dentro del ámbito de este protocolo se resalta el interés que ha surgido con esta problemática, en donde cada vez los países industrializados adoptan políticas en miras de la protección del medio ambiente por medio de proyectos políticos o de planificación urbana con el propósito de mitigar el deterioro ambiental en que se ve inmerso el planeta. Sin embargo realizando una revisión del estado del arte a nivel suramericano países como Argentina, actualmente están incentivando políticas con visos de carácter ambiental - (ley nacional 25.438, 2001) que busca la reducción de las emisiones de gases, por medio de fomentar “terrazas verdes” como una solución a la falta de espacio verde en la ciudad. Estas políticas públicas logran incrementar los techos verdes en los edificios

generando mayores incentivos reduciendo hasta del 20% en impuestos a los constructores y diseñadores que especifiquen este tipo de cubiertas en sus proyectos urbano arquitectónicos.

Actualmente en Alemania existen 15 millones de metros cuadrados en terrazas verdes, Estados Unidos suma ya anualmente 230.000 m<sup>2</sup> y Reino Unido suma 300.000 metros cuadrados anualmente, También Japón desde el 2001 ha optado por políticas en ciudades como Tokio que obliga a cubrir por lo menos el 20% de sus edificios con terrazas verdes (H. Varnecke, 2009).

Este interés de varios de los países del primer mundo han visto en las cubiertas verdes una solución al déficit de áreas verdes que puedan mitigar el impacto ambiental producido por el efecto invernadero.

## **CUBIERTAS VERDES EN EL MARCO NACIONAL**

En el **ámbito nacional** se está implementado el sistema de cubiertas verdes tímidamente debido al desconocimiento del tema y a la falta del gobierno en la incentivación de este sistema constructivo. Actualmente la ciudad de Bogotá por medio de la Secretaría de Ambiente (M. Molina, 2011), está buscando estímulos tributarios tales como: la supresión o exención en el pago de los impuestos prediales o con porcentajes de descuento en el mismo a las personas que efectúen en sus edificios, terrazas y/o muros verdes. El sector privado tampoco ha incursionado en este sistema constructivo por los extra costos que estos generan en sus obras, y la falta de estímulos económicos por parte de las entidades gubernamentales, generando que la empresas privadas promuevan este tipo de cubiertas más como una tendencia publicitaria en algunas de sus obras para vender sus proyectos para un pequeño sector de clientes consientes de esta problemática ambiental.

Desde el sector privado se puede resaltar como caso de estudio el edificio Novaris en Bogotá, que fue uno de los pioneros en la utilización de la cubierta verde como emblema ecológico en la incentivación de este modelo. (Ver figura 1)



Figura 1. Edificio Novaris Bogotá (imagen tomada de: [www.terranum.com/articulo/articulo/30-sostenibilidad](http://www.terranum.com/articulo/articulo/30-sostenibilidad))

## **CUBIERTAS VERDES EN EL MARCO LOCAL – MEDELLÍN -**

Antes de entrar en la discusión sobre la aplicación de este sistema en el medio local, se tendría que ahondar en la problemática de Medellín frente a este déficit de espacios verdes, teniendo en cuenta que se deberá considerar el espacio verde como escenario público de integración socio espacial, en tal sentido se hace énfasis en esta relación conceptual, ya que también es entendido el espacio público verde como el contenedor de aquellos elementos naturales que dan soporte a variados procesos ecológicos, sociales y ambientales y a la coexistencia de fauna y flora que se encuentra en la ciudad, sea pública o privada.

Para el Área Metropolitana, son de gran importancia los espacios verdes en las ciudades y su relación con lo construido, y el beneficio que producen en los centros urbanos, como mitigador el impacto ambiental que las ciudades generan en su medio físico. De esta forma se entiende el espacio público y el medio ambiente como escenario donde se relacionan estos conceptos que prestan un beneficio a la vida y con ello, al ser humano. Es importante enmarcar esta discusión conceptual ya que si se discute el déficit de espacios verdes no solo se refiere a las aéreas verdes de una ciudad, sino también al espacio público que la contiene y el uso que se establece en beneficio del ecosistema.

Entonces se deberá reconocer como áreas verdes en las ciudades los parques, y todo tipo de plazas con presencia de flora, paramento de los corredores viales, retiros de cuerpos hídricos, bosques urbanos, jardines y antejardines, patios interiores; en general las áreas verdes corresponden a aquellos lugares en donde predominan en el espacio urbano (manchas verdes), entendiendo el espacio urbano como el contenedor de lo público y lo privado de un territorio.

Definiendo el significado de lo que es el *espacio verde*, se tendría que indagar el valor que este toma en la urbe, ya cumple un rol importante, ya que mejora la calidad del ambiente urbano a través de la fijación de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) y otros contaminantes atmosféricos, purificación del aire, mejoramiento del paisaje urbano, entre otros.

Se estima que el constante crecimiento vegetativo y los procesos de emigración desde otras regiones y municipalidades hacia Medellín han aumentado la población urbana, lo que incrementa el déficit de espacios verdes constantemente generando un gran reto para los planificadores urbanos en cuanto a la necesidad de suplir la demanda de infraestructura, sino también a las entidades gubernamentales que se ven obligadas a promover políticas públicas orientadas a superar las demandas actuales.

**En el ámbito Local**, el tema de las cubiertas verdes es a un más preocupante que a nivel nacional como una solución a esta problemática de déficit de zonas verdes en el valle de la aburra. Entidades gubernamentales como el Área Metropolitana del Valle de la Aburrá, la EDU (Empresa de Desarrollo Urbano), Planeación de Medellín, la academia y la empresa privada. Han tomado posturas muy diferentes frente a esta discusión en menor o mayor medida, por lo que se discutirá en este apartado una interpretación de lo que se ha venido desarrollando en cada una de estas entidades públicas o privadas.

A nivel público, desde la administración de Sergio Fajardo, se ha impulsado de forma significativa los edificios públicos destinados a convertirse en equipamientos que sirven de apoyo a la comunidad. Con el fin de cumplir este objetivo se desarrollaron Parques Bibliotecas, Centro Educativos, Clínicas, Juntas de Administración entre otros tipos de proyectos públicos. Este trabajo de investigación realizó una revisión sobre algunos de estos proyectos y se encontró que no se tuvo como criterio de diseño desarrollar estos edificios bajo parámetros de sostenibilidad, en este proceso de investigación se encontró un edificio público como; El Centro

Educativo de Santo Domingo, que implemento el tema de la cubiertas verdes como espacio de integración ciudadana por medio de una cubierta verde, sin embargo luego de realizar una visita al edificio se determinó que en la actualidad por la falta de mantenimiento, por razones que no fueron motivo de investigación, este tipo de cubierta se encuentran en total abandono y deterioro.



Figura 2. Centro Educativo Santo Domingo Medellín (Fuente: skyscrapercity.com)

Dentro de esta revisión encontramos otros equipamientos públicos, que utilizan las cubiertas verdes de grama artificial para sus cubiertas, asunto que desde la perspectiva de este artículo no entiende el objetivo de esta iniciativa, debido a que este tipo de sistema sintético no aporta al medio ambiente, ni minimiza el déficit de zonas verdes que actualmente tenemos.



Figura 3. Centro Educativo Candelaria Medellín (Elaboración propia)

Desde la empresa privada, se ha visto el tema de los edificios verdes como el escenario donde se puede aprovechar la luz del sol, reutilizar las aguas lluvias, apuestas a ventilación natural, fachadas verdes entre otros aspectos que buscan el beneficio del ahorro energético. En Medellín, encontramos el edificio de Ingeniería de la universidad Eafit, Ruta N, e Isagen. Estas empresas privadas le apostarán a las edificaciones verdes de alta calidad ambiental, y actualmente ya se encuentran certificados por LEED.

Por ejemplo; el edificio de la Escuela de Ingenierías de Eafit, le apuesta a sus fachadas completamente verdes, por medio de enredaderas que ayudan a la regulación del clima interior de los edificios, también tienen una apuesta a la recolección de aguas lluvias para la utilización de estas aguas en sus edificios para riego de jardinería y utilización en los baños públicos.

Para revisar otro ejemplo se encontró el edificio Ruta N localizado cerca de las estaciones del metro de (Hospital y Universidad), convirtiéndose en el primer edificio de carácter público sostenible de la ciudad. Sus aspectos más importantes está el de utilizar sensores para optimizar la luz artificial, plantear un sistema de recolección de aguas para uso propio y destinar más de 400 m<sup>2</sup> de terraza verde.

Werthmann, (2013) plantea que en Medellín los techos verdes serían muy viables porque aquí se tiene la riqueza permanente de la lluvia. En cuanto a los costos, se ha mejorado en el diseño de estos en los últimos años, inclusive se han hecho más livianos y por lo tanto, eso disminuye sus precios para la construcción.



Figura 4. Centro Empresarial ruta N Izquierda Facultad Ingeniería Universidad Eafit, Medellín (Fuente: skyscrapercity.com)

## CUBIERTAS VERDES Y SU APLICACIÓN EN EL MEDIO

**La cubierta verde** es un sistema, especializado constructivo que busca la necesidad de instalar vegetación en un techo, en el cual no solamente se busca una relación estética con el paisaje si no también la ventaja que está cubierta verde otorga al medio ambiente. Ferrer (2011), plantea dentro de su investigación que a nivel mundial se utilizan tres categorías de cubiertas verdes; extensivos, semi extensivos e intensivos. En donde sus diferencias están dadas por el medio de crecimiento, su accesibilidad, el peso por metro cuadrado, diversidad de plantas, cantidad de componentes del sistema y el mantenimiento.



Figura 5. (Fuente: <http://www.planetadeco.com>)

Para desarrollar una cubierta verde en el medio actual es importante tener en cuenta los siguientes factores para que cumpla con éxito sus beneficios, por lo tanto uno de los principales factores en el momento de instalar una cubierta verde es su inclinación en el techo, y el tipo de vegetación que se va instalar. Ya que si se instala plantas en una terraza de un edificio, las consideraciones serán diferentes a un techo inclinado debido a que se debe tener en cuenta el tipo drenaje a utilizar. En momentos de fuertes lluvias, si la terraza no cuenta con un adecuado sistema de drenaje suele ser muy perjudicial para los pastos, en este caso se recomienda que tenga una inclinación mínima del 5% porque de lo contrario se tendrá que realizar un tipo de

drenaje que elevaría mucho los costos. En cambio para techos con mayor inclinación al 40% también necesitaría tratamiento técnico espacial, para evitar que la cubierta se deslice.

Entonces, según los estudios realizados para la instalación de este tipo de cubierta se hace indispensable el tipo de inclinación del suelo, así como el tipo de vegetación que se requiere, el cual estudiaremos a continuación.

En la mayoría de bibliografía estudiada se evidenciaron dos tipos de cubiertas verdes aplicables al medio local y tal como se menciona en el párrafo anterior existen cubiertas verdes extensivas e intensivas principalmente.

**Cubierta verde Intensiva:** Según Minke, (2000), este tipo de cubierta verde generalmente contemplan plantas leñosas, vivaces y pasto. Estas plantas no se pueden dar sobre cubiertas inclinadas, si no solamente sobre cubiertas planas. Puede ser un tipo de cubierta que se puede utilizar muy fácilmente en nuestra clima, porque no tenemos cambios climáticos bruscos, por lo que su follaje y crecimiento se mantendría constante.

Para este tipo de plantas es requerido un espesor de sustrato de más de 28 cm y se le debe dar constante mantenimiento sin embargo se tendría que tener accesos constante a ellas, y cuidados especiales.



Figura 6. Izquierda, plantas leñosas, derecha plantas vivaces, (Fuente: <http://www.guiaverde.com> )

**Cubierta verde extensiva:** Según Minke, (2000), este tipo de cubierta verdes, crece si ningún cuidado, por lo que se reducen costos de mantenimiento y su sustrato puede ser de 15 cm sin necesidad de recurrir a estar suministrando agua ni nutrientes, generalmente no se da de forma inducida si no de manera natural por plantas silvestres. También puede ser un tipo de cubierta muy aplicable al medio local por las condiciones climáticas que tiene la ciudad.

**Generalidades en la construcción de la cubierta:** Como los techos verdes no resisten el estancamiento de agua, es importante contar con una capa de drenaje que se encargue de evacuar el agua sobrante en la cubierta. El sustrato está compuesto por una capa vegetal (capa de soporte de la vegetación) que otorga anclaje para las raíces de las plantas y otra capa inferior de drenaje que sirve para evacuar y almacenar el agua. En algunos casos estas capas están separadas por un filtro que sirve para impedir que el suelo orgánicos convierta en barro líquido y se deslice la capa de suelo vegetal. Según Minke, (2000), plantea que para techos inclinados no es necesario tener dividida estas capas, si no que a la capa orgánica se le pueden agregar partículas de minerales porosos con el fin de que se produzca un suficiente efecto de drenaje.

## **PRINCIPALES BENEFICIOS DE UNA CUBIERTA VERDE**

Las cubiertas verdes tienen un gran beneficio sobre el espacio urbano y el medio ambiente ya que la gran concentración de edificios en los centros urbanos, y el elevado número de incremento vehicular en las mismas, han venido convirtiendo nuestras urbes insanas, como se muestra en Minke, (2000), la cubierta verde tiene los siguientes beneficios en las ciudades; disminuyen las superficies pavimentadas, producen oxígeno y absorben CO<sup>2</sup>, filtran las partículas de polvo y suciedad del aire y absorben las partículas nocivas, evitan el recalentamiento de los techos y con ello disminuyen los remolinos de polvo, reducen las variaciones de temperatura del ciclo día - noche y disminuyen las variaciones de humedad en el aire, protegen de los intensos rayos solares del verano a las habitaciones ubicadas bajo el techo, reducen el pasaje de sonido del exterior, valen como incombustibles y absorben la lluvia, por lo que alivian el sistema de alcantarillado, las hierbas silvestres en el techo verde generan aromas

agradables, dan alojamiento a insectos y escarabajos, son estéticos e influyen positivamente en buen estado de ánimo y en la distensión de las persona.

**Reducción de la Isla de Calor Urbano:** Este efecto de calor se produce en las ciudades altamente densificadas, donde existe una gran cantidad de superficie construida, superficies construidas con materiales duros como el concreto, el vidrio, el ladrillo, el metal entre otros, captan los rayos del sol y los transmiten a la atmosfera en forma de calor, según M. Ferrer (2010), plantea que esta isla de calor se da en áreas muy densas aumentando hasta en 4 grados la temperatura, que en las zonas periféricas de una ciudad, estas temperaturas asociadas a la ICU aumentan las relaciones de oxígeno de nitrógeno, componentes orgánicos volátiles y otras mezclas de emisión de índole industrial que forman luego una capa de ozono a nivel de la superficie. Esta reducción desde lo biológico en la cubierta verde se da por medio de la evaporación de agua, la fotosíntesis y la capacidad de almacenar calor de su propia agua, la planta extrae el calor de su ambiente, efecto de enfriamiento que se hace más perceptible en temporada de verano, ya que las plantas pueden por medio de la evaporación y la condensación de agua, reducir los cambios de temperatura.

**Mejora la Calidad del Aire:** Según Minke, (2000), los techos verdes mitigan los niveles de polución del aire reduciendo las temperaturas extremas en el verano atrapando partículas y capturando gases. Esto debido a que los techos verdes toman el  $\text{CO}^2$  del aire y libera el oxígeno, esto sucede porque las plantas que se encuentra en los tejados producen fotosíntesis el que 6 moléculas de  $\text{CO}^2$  y 6 moléculas de  $\text{H}^2\text{O}$ , mediante un consumo de energía de 2,83 kJ, producen 1 molécula de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (glucosa) y 6 moléculas de  $\text{O}_2$ . En el proceso de la respiración se produce  $\text{CO}^2$  y se consume  $\text{O}^2$ . Sin embargo solamente de 1/5 a 1/3 de las sustancias ganadas por la fotosíntesis son consumidas nuevamente.

Mientras las hojas verdes sobre el techo aumenten, se generará oxígeno y se consumirá  $\text{CO}^2$ . Si existe un equilibrio entre lo duro y lo blando siempre existiría la ventaja de que se extraiga  $\text{CO}^2$  del aire y quede almacenado en las plantas.

**Regulación de la humedad:** Robinette (1972), sugiere que las plantas en el medio urbano también regulan las variaciones de humedad, donde una hectárea de huerto evapora en un día caluroso de verano aproximadamente 1500 m<sup>3</sup> de agua y un seto aproximadamente de 0,28 a

0,38 m<sup>3</sup>. También con la formación del rocío que se puede dar en una cubierta verde por medio de la condensación de la niebla que se da sobre las hojas y tallos, se pueden producir gotas de lluvia que luego estas caen a la tierra regulando la humedad.

**Efecto de Aislación Térmica:** La densidad vegetal de la cubierta aísla térmicamente el edificio debido a que las temperaturas más bajas presentes en estos techos ayudan a disminuir el consumo de electricidad necesaria para regular la temperatura interna de los edificios. Como se muestra en M. Ferrer, por medio de una investigación se plantea que en época de verano un techo con superficie negra (materiales duros) puede alcanzar temperaturas hasta de 70 grados, en donde la reflectividad de un techo negro es el 50%, mientras que la de un techo vegetal es de solo el 12%. En temporada de invierno gran parte de la radiación calórica de onda larga de un edificio es absorbida por las hojas y de esta forma se disminuye la pérdida de calor del edificio, debido a que la densidad de la vegetación impide que el viento llegue a la superficie del manto y como no se da movimiento de aire, la pérdida de calor es mínima.

De acuerdo con M. Ferrer, 2010, G. Minke (2000), realiza una comparación entre el comportamiento de la cubierta verde, como aislante térmico en invierno y verano. En donde expone que es más eficiente este tipo de cubierta en climas muy cálidos, ya que estudios realizados en Alemania demostraron que para temperaturas al exterior superiores a 30°C, la temperatura del techo verde no alcanzaba más de 25°C.

**Aislación Acústica:** Según La Asociación de Cubiertas Verdes Españolas argumentan en sus investigaciones, que estas reducen la reflexión del sonido hasta 3 dB y mejora hasta 8 dB. Esto funciona porque el sustrato y las plantas funcionan como colchones debido a que el sustrato bloquea las ondas sonoras más bajas, mientras que las plantas frenan las frecuencias mal altas. Siendo muy útil en lugares de la ciudad donde se produzca muchos ruidos como aeropuertos, terminales, equipamientos deportivos y eventos. Estudios realizados en el aeropuerto de Frankfurt, Alemania tras la instalación de una cubierta verde con un grosor de 10 cm se produjo una reducción del ruido producido por los aviones en 5 dB.



Figura 7. Imagen de cubierta del aeropuerto internacional de Frankfurt (Fuente: <http://www.greenroofs.com>)

## EVALUACIÓN

Revisando el estado del arte se encontró que a nivel local las cubiertas verdes dependen de las condiciones climáticas en donde se vayan a instalar, ya que Colombia es un país multicultural y con cambios climáticos muy diferentes en cada una de sus regiones, (V. Klinkenborg, 2009). Actualmente en Colombia se evidenciaron cuatro tipos de formas de instalar este sistema de cubierta verdes; instalación multicapa, monolítico, Sistema de instalación tipo receptáculo o modular, Sistema de instalación tipo monocapa (presembrados) y Sistema de instalación aeropónicos. Para esta evaluación de su aplicación en el medio local pretendemos como uno de los objetivos de este trabajo las consideraciones que se deberán tener en cuenta para su ejecución según lo más recomendado en la construcción local.

Una de las recomendaciones iniciales consiste en tener la cubierta verde sobre una superficie lo más homogénea posible, sin sobre saltos, huecos y salientes que puedan generar cualquier tipo de daño mecánico a la capa de impermeabilización o producir filtraciones de agua. Luego se deberá tener en cuenta las pendientes para la evacuación de agua lo más rápido posible, sin embargo su inclinación dependerá del tipo de cubierta verde a utilizar en el proyectos, por lo

tanto cabe resaltar que la pendiente mínima para este tipo de cubierta es del 2% hacia los desagües.

Posteriormente se diseña la red para evacuar aguas lluvias, aspecto importante ya las cubiertas verdes pueden generar mucha retención de líquidos y posteriormente humedades si no se ejecuta satisfactoriamente esta actividades, para un buen sistema de red de aguas lluvias no encontramos alguna especificación especial, diferente a lo que en el medio local se realiza, aunque se deberá tener en cuenta algunas recomendaciones realizadas por los fabricantes e instaladores de este tipo de cubiertas como por ejemplo: evitar que la cobertura vegetal tenga acceso a los sifones y desagües, tener una constante inspección periódica a la red, y protegerlas con elementos como granadas o canastillas que protejan la red de tierra y otros elementos.

Luego, a cualquier tipo de instalación de la cubierta, se deberá realizar una revision del estado de la placa, la cual pueda estar en buenas condiciones para que no afecte el tipo de impermeabilización a utilizar. Siempre fue una constante en casi todas las propuestas analizadas que la impermeabilización se recomienda que se instale de forma monolítica y uniforme, y también considerar tener barreras anti raíces y así impedir futuras perforaciones a la capa de impermeabilizacion, tambien es recomendable que esta capa se instale cuando se terminen todas las actividades luego de instalar la capa impermeabilizante deberá efectuarse una prueba que permita garantizar la estanquedad de todas las áreas donde se vaya a utilizar la cubierta verde.

Se encontró que es muy común utilizar barreras filtrantes alrededor de cajas de proteccion de sumideros, rejillas, y desagües y luego podrá aplicarse el sustrato, el cual dependera del diseño inicial dado por tecnico, se ralizan ensayos del tipo de Ph, y deberá estar libre de materia orgánica y así ser óptimo para la vegetación a utilizar. Generalmente se colocan dos tipos de capas sin apisonar en las áreas donde se pretenda sembrar, la profundada es muy variable dependiendo del tipo de vegetacion y clima en que se construyendo el sistema.

Actualmente en el medio local se utiliza tres tipos de cobertura vegetal o tipo de plantación, la más común en el medio local es la plantación por siembra de plantas, que consiste en simplemente en generar una abertura sobre el sustrato, para realizar la siembra de la vegetación y según la densidad de la planta se determinara la cantidad de vegetación por metro cuadrado a utilizar y se sembrarán desde el centro hacia afuera y no deberán tener sus raíces

expuestas. Otra alternativa muy común es la siembra por semillas que se esparcen en la capa del sustrato según un diseño por metro cuadrado de tipo de cobertura vegetal, para poder determinar la densidad de la misma, luego se esparcera nuevamente sustrato encima de la semilla. Este proceso puede durar semanas hasta que empiece a brotar la vegetacion y el cuidado dependera del tipo de vegetacion utilizadas y las condiciones climáticas. Otra alternativa que se encontró fue la plantación por tapete verde, este sistema se siembra en otro lugar con condiciones favorables, y cuando cumpla un 75% mínimo de consolidación se traslada al lugar de la obras y se fija a la estructura sobre la capa de sustrato de la obra.

## CONCLUSIÓN

En este artículo de reflexión se hizo una evaluación de la importancia de las cubiertas verdes en el ámbito internacional y nacional como aporte al medio ambiente, también trata de discernir en la justificación sobre la importancia que debería tener en su utilización y realiza una breve evaluación de la forma como se está utilizando en el medio local. Para esto se buscó estudiar algunas edificaciones que aplicaran este sistema en la ciudad. Se concluye que las cubiertas verdes como sistema constructivo ha venido en aumento en la mayoría de los países industrializados por las ventajas que aporta al medio ambiente desde la acústica, disminución de ola de calor, térmicas, estética urbana, confort climático, microclimas urbanos, entre otras ventajas enumeradas en los apartados anteriores. Esta gran virtud de este sistema ha logrado que varios gobiernos apoyen estas iniciativas por medio de leyes y reglamentaciones desde lo político en beneficio de su utilización ya que es actualmente considerada desde el convenio de Kioto como un sistema constructivo en beneficio del medio ambiente.

Volviendo a la hipótesis se pensó que este sistema es muy poco explorado, sin embargo se actualmente se viene indagando mucho en el tema desde las instituciones educativas, y en algunos casos desde el gobierno con la implementación de políticas públicas en apostarte a esta iniciativa de tener techos verdes como en el caso de Bogotá.

Desde su aplicación constructiva y viabilidad técnica se hace muy posible la implementación en el territorio del Área Metropolitana, posibilidad dada por las condiciones climáticas óptimas para su desarrollo. En el Área Metropolitana el asunto radica más por el poco conocimiento que tenemos sobre su implementación en el medio, sin embargo ya muchas empresas vienen trabajando en el desarrollo de la misma, producto del interés y la gran iniciativa de los techos verdes a nivel mundial por lo que en unos cuantos años se ve una gran perspectiva para esta implementación en la ciudad.

Como sistema constructivo no se encontró ninguna brecha lo suficiente grande como para pensar que su desarrollo es excesivamente costoso, ya que en ningún caso se tendría que importar algún material para su ejecución. Al contrario en el medio local se encuentran todas las herramientas, mano de obra y materiales para su construcción.

En cuanto al tipo de cubierta que se podría aplicar en el medio local sea intensiva o extensiva tampoco se encuentra ninguna objeción y como se mencionó anteriormente, las condiciones climáticas permiten cualquiera de los dos sistemas estudiados que se utilizan a nivel mundial.

Como tema dependerá entonces su implementación a la posibilidad de poder seguir ahondando más desde la academia y a las políticas ambientales que apoyen esta iniciativa constructiva como se desarrolla en otros países, ya que en Colombia no hay mucha bibliografía que pueda indagar sobre estos modelos de cubiertas, ya que es más común encontrar información desde la empresa que comercializa este tipo de cubiertas verdes.

## **REFERENCIAS**

A. Dürr, “Dachbegrünung“. Bauverlag, Wiesbaden 1995

C. Werthmann, “Séptima sesión del Congreso de ciencias y tecnologías ambientales urbanos, el reto de la sostenibilidad” presentado en EAFIT, julio 2013.

- G. Minke, "Planificación, ejecución y consejos prácticos" en Techos Verdes, Editorial Fin de Siglo, 3 ed., pp. 1-86 Alemania, 2000
- H. Varnecke, "Terrazas Verdes: Solución arquitectónica frente al Cambio Climático" en El Cambio Climático y la Necesidad de Acciones Locales, Taller de Trabajo, Jueves 3 de diciembre 2009 Rosario, Argentina
- H. Varnecke, "Terrazas Verdes: Solución arquitectónica frente al Cambio Climático" en El Cambio Climático y la Necesidad de Acciones Locales, Taller de Trabajo, Jueves 3 de diciembre 2009 Rosario, Argentina
- M. Ferrer, "Techos verdes: una Realidad en Colombia y en el Mundo", *Noticreto*, N005, pp. 56-60, 2010.
- M. Molina, "guía de Techos Verdes en Bogota" Secretaria distrital del ambiente, 2011.  
[www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x\\_frame\\_detalle.php?id=48942](http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x_frame_detalle.php?id=48942), 2013.
- M. Molina, "guía de Techos Verdes en Bogota" Secretaria distrital del ambiente, 2011.  
[www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x\\_frame\\_detalle.php?id=48942](http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x_frame_detalle.php?id=48942), 2013.
- M. Restrepo, "Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región, Área Metropolitana del Valle del Aburrá, [En línea] acceso 25 de Julio, 2013, Disponible:  
<http://www.metropol.gov.co>
- Naciones Unidas," Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático" [En línea] acceso 15 de Julio, 2013, Disponible:  
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- O. Robinette, Plants, People and Environmental Quality. US Department of Interior. Washington, 1972
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ley 25.438, Argentina, Junio 20 de 2001.
- V. Klinkenborg, "En el tejado" National Geographic N0 16, pp. 24-30, 2009.