

**APOYO EN LA ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO E INDICADORES DE TECHOS
VERDES Y JARDINES VERTICALES Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS
DEMOSTRATIVAS PARA EVALUAR LA ADAPTABILIDAD DE ESPECIES COMO
COBERTURAS EN ESTE TIPO DE TECNOLOGÍAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.**

Juan Camilo Acevedo Romero.

Informe Técnico presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Forestal en
la modalidad de Pasantía

Olga Isabel Palacios Palacios
Ingeniera Forestal Esp. Sistemas de Información Geográfica.
Esp. Métodos de Análisis Demográficos
M Sc Estudios de Población.
Director.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA FORESTAL
BOGOTÁ MAYO 2016.

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 4 |
| Agradecimientos | 7 |
| Resumen | 9 |
| Justificación Pasantía | 11 |
| Objetivos | 12 |
| Objetivo Principal | 12 |
| Objetivos Específicos | 12 |
| Marcos de Referencia | 13 |
| Marco Geográfico | 13 |
| Marco Histórico | 14 |
| Marco Teórico | 20 |
| Marco Conceptual | 23 |
| Infraestructura Vegetada | 23 |
| Eco – ciudad | 25 |
| Techos Verdes | 26 |
| Beneficios Techos Verdes y Jardines Verticales | 33 |
| Marco Político | 35 |
| Marco Legislativo | 36 |
| Cronograma | 43 |
| Metodología | 44 |
| Análisis de Resultados | 45 |
| Actualización de los Indicadores del Observatorio Ambiental Distrital | 45 |
| Parcelas experimentales | 45 |
| Resultados | 46 |
| Actualización de los Indicadores del Observatorio Ambiental Distrital | 46 |
| Jardines Verticales | 46 |
| Techos Verdes o Cubiertas Verdes | 47 |
| Análisis en Conjunto | 51 |
| Parcelas experimentales | 53 |
| Conclusiones | 60 |
| Recomendaciones | 61 |

| | |
|--------------------|----|
| Bibliografía | 62 |
|--------------------|----|

Introducción

Teniendo como punto de inicio y referente histórico la declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en la cual se establecen 27 principios que constituyen la principal herramienta para implementar el desarrollo sostenible a nivel mundial y orientan las actividades y actitudes que se deben fomentar desde un nivel gubernamental con el fin de garantizar la equidad en la población.

Se resalta el primer postulado allí presente **“Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible”**. Por lo cual estos tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza (Organización Naciones Unidas, 1992).

De manera coyuntural se relaciona el marco de acción de Hyogo el cual se presenta como el resultado de **“La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres”** que fue realizada en el año 2005. En dicho evento se establecieron una serie de objetivos que tienen como finalidad orientar la gestión de desastres a la construcción e implementación de acciones que permitan direccionar el territorio y la comunidad allí asentada a un entorno donde prime la sostenibilidad ambiental y las prácticas amigables con el hábitat ocupado.

Teniendo en cuenta la naturaleza de cada territorio, la escala en la que se interpreten las dinámicas allí implícitas, los actores y la naturaleza de los mismos, es menester que todos se articulen buscando garantizar la adaptación y mitigación del cambio climático en sus regiones, contribuyendo al gran esfuerzo global existente por preservar la vida en la tierra.

La adaptación y mitigación al cambio climático requieren del desarrollo de estrategias de articulación tanto a nivel sectorial como en los ámbitos nacional y territorial, con el fin de generar una gestión compartida y coordinada, y la información pertinente y oportuna que permita una adecuada toma de decisiones

para así contrarrestar de manera efectiva y oportuna los efectos subyacentes (IDEAM, 2010).

Como se consigna en el Plan Nacional de Desarrollo “Prosperidad para todos” están establecidas unas estrategias que tienen como finalidad trabajar la problemática del cambio climático a nivel nacional. Estas están referidas en el Conpes 3700 y el artículo 217 de la Ley 1450 de 2011 en el cual se establece la necesidad de formular un plan que responda a las necesidades de la población por lo cual se genera el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Bogotá como Ciudad - Región se encuentra en un crecimiento constante por ser uno de los territorios que se presta para ser receptor de la población migrante de otras partes del país. Esto constituye la mayor amenaza para la sostenibilidad de la sabana, teniendo en cuenta la diferencia existente en los ámbitos económicos, ambientales y sociales con la ruralidad del país hace que el Colombiano se ubique en territorios no adecuados para su asentamiento lo que tiene como repercusión la baja calidad de vida y la amenaza a la sostenibilidad del territorio.

Con el fin de contrarrestar las problemáticas previamente esbozadas se construye la Política Publica de Ecourbanismo y Construcción Sostenible – (PPECS), esta contempla en su contenido y principales orientaciones el impacto que se pretende generar en las dimensiones económicas, sociales y ambientales del distrito capital plasmando cambios en las practicas existentes y las potenciales que permitan orientar a la ciudad a un territorio sostenible.

Referenciado en el anexo 1 de la política previamente mencionada se mencionan las Prácticas sostenibles donde se genera una relación para cada uno de los lineamientos establecidos acorde a las categorías de urbanismo, arquitectura y construcción. Para el concerniente a biodiversidad se presenta la siguiente tabla:

Tabla 1 Lineamientos Prácticas Sostenibles Categoría Biodiversidad (PPECS)

| | |
|---------------|--|
| Biodiversidad | Incrementar Zonas Verdes en el urbanismo y la construcción. |
| | Generar conexión biótica a procesos de Urbanización y/o Edificación. |
| | Garantizar la conservación y regeneración biótica. |

Tomado de Anexo 1 Política de Ecurbanismo y Construcción Sostenible (D.C., 2014)

Referente a la tabla 1 es que se desarrolla este trabajo, con la finalidad de fortalecer los procesos correspondientes a estos lineamientos en el área urbana de Bogotá D.C.

Agradecimientos

En primera instancia mis agradecimientos son para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por brindarme la oportunidad de hacer parte de tan magna institución en la cual pude realizar mi formación acorde a sus principios de participación en los procesos de Educación Superior como derecho social, con la búsqueda de la equidad y competitividad mediante la construcción de saberes y conocimientos teniendo como foco principal de acción e implementación la Ciudad – Región de Bogotá y el país.

Al interior de esta se pudo construir el conocimiento desde la percepción, lo sensorial, deductivamente, desde el saber técnico y el científico. Siendo estos los pilares para la formación de un Ingeniero Forestal, profesión que encuentra su campo de acción en la administración de los recursos naturales y la construcción de sociedad mediante la implementación de las herramientas ingenieriles que permitan la construcción de sociedad.

A la Secretaría de Ambiente Distrital, institución que me brindó la oportunidad de adelantar mi practica como pasante en el marco de los procesos de cooperación interinstitucional esta se presenta como la oportunidad de poner en práctica las herramientas ingenieriles desarrolladas durante la vida universitaria.

Gracias al excelente grupo humano con el que cuentan en esta entidad tanto en la subdirección de Ecourbanismo desde el momento de inicio de las actividades como en la culminación. Especialmente a la Ing. Elizabeth Herrera, Ing. Lilian Bernal y a Rodrigo Villamizar por estar siempre al tanto de mis necesidades y los requerimientos legales y normativos para poder cumplir con los objetivos establecidos.

Un agradecimiento infinito para toda mi familia que estuvo detrás de mí soportándome en este largo camino mediante un apoyo constante con sus palabras y acciones.

A todos las personas que me brindaron sus consejos, palabras y tiempo para poder lograr y consolidar la información presentada en este documento.

Agradecimientos especiales a los Arquitectos, Ingenieros, Horticultores y personas enamoradas de las plantas y su vasta capacidad de transformar la realidad haciendo uso de técnicas como las tecnologías de infraestructura vegetada las cuales se presentan como una excelente opción para el desarrollo de la vida humana en un planeta que está inmerso en un proceso irreversible de calentamiento global.

Resumen

El objetivo de difundir a la ciudadanía el conjunto de acciones orientadas a construir y transformar la ciudad y su entorno, para lograr una mejor calidad de vida correspondiente a la sub dirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial (SEGAE), permitió mediante la implementación de convenios de cooperación interinstitucional para el desarrollo de una pasantía con la participación de un profesional en formación de Ingeniería Forestal en las labores de actualización de la información que alimenta el indicador de Área de Techos Verdes y Jardines Verticales en el Perímetro Urbano de Bogotá (ATVJV) implementada bajo la categoría de Ecourbanismo y el cual es comunicado al público mediante la página web del Observatorio Ambiental Distrital (OAD).

Como es señalado en el apartado **“El qué hacer del Ecourbanismo”** (Ambiente, Ecourbanismo, 2016) en el numeral 4 se define que es menester de la sub dirección **“Brindar asesoría y acompañamiento técnico en procesos de implementación de techos verdes y jardines verticales en zonas privadas y públicas de Bogotá que requieran orientación. Esto según disposiciones del Acuerdo Distrital 418 de 2009”**, partiendo de este acuerdo se plantea la actividad de monitoreo y evaluación de parcelas establecidas en los techos de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) con el fin de evaluar la rusticidad de las especies allí instaladas.

Estas actividades fueron desarrolladas respectivamente mediante la recolección de información previa correspondiente a los proveedores de servicios de infraestructura verde con el fin de alimentar la ya existente base de datos correspondiente a los proyectos instalados en la ciudad (Techos Verdes y Jardines Verticales).

Posterior a esto se programaron visitas a los mismos y se evaluó su presencia o remoción de los mismos y se alimentaron las bases de datos con proyectos no reportados por los proveedores de estos servicios en la ciudad.

En relación a las parcelas de monitoreo se realizaron visitas paralelas a las actividades previamente mencionadas en el transcurso de tiempo en el que se realizaron las actividades con la finalidad de llevar un registro que relacionara el comportamiento de las especies en el tiempo.

Justificación Pasantía

Desde las ciencias de la Gestión del Riesgo se plantea la necesidad de investigar y realizar acciones que fomenten y apoyen a los asentamientos humanos para lograr la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en su territorio.

Esto se presenta como una de las prioridades para Bogotá a nivel rural y urbano en búsqueda de la sostenibilidad deseada, es por esto que los aspectos de diseño e innovación en tecnologías apropiadas toman una importancia única para reducir el impacto ambiental asociado a las acciones diarias de la sociedad en el territorio.

La subdirección de Ecurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial (SEGAE) se presenta como una dependencia perteneciente a la Dirección de Gestión Ambiental la cual cumple con funciones como la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos en materia de Ecurbanismo y gestión ambiental empresarial (SDA, 2015 Decreto 109 de 2009).

Esta subdirección se presenta como un espacio idóneo para la búsqueda del equilibrio que se consigna de manera implícita en los planteamientos establecidos al interior de la teoría del desarrollo sostenible donde se establece la premisa de que el ambiente y la calidad de este corresponde a un bien que se debe garantizar de manera transgeneracional, permitiendo el disfrute de los actuales habitantes y de los venideros para el planeta.

Acorde a lo que se plasma previamente esta práctica se presenta como una oportunidad de afianzar el conocimiento técnico – científico adquirido durante el paso por la Universidad y cuenta con resultados en los que se genera un impacto benéfico para la formación personal del Ingeniero Forestal y las acciones que desarrolla la Secretaría Distrital de Ambiente.

Objetivos

Objetivo Principal

Apoyar la gestión y sistematización de la información manejada por la Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial correspondientes al fortalecimiento y monitoreo de las tecnologías de techos verdes y jardines verticales.

Objetivos Específicos

- Fortalecimiento de una base de datos para la administración de la información correspondiente a los proyectos implementados de techos verdes y jardines verticales en Bogotá.
- Construir las fichas técnicas correspondientes a los proyectos visitados de techos verdes y jardines verticales en Bogotá, para su posterior divulgación en la página del Observatorio Ambiental Distrital.
- Evaluar el desarrollo de cinco especies asociadas a los paquetes comerciales de techos verdes, mediante la implementación de parcelas de 1x1m en el techo del edificio de la Secretaría Distrital de Ambiente para seleccionar las especies más adecuadas para ser implementadas en Bogotá D.c.

Marco Histórico

La adaptación e inventiva del hombre ha estado impulsada por la necesidad de mejorar su calidad de vida y garantizar la supervivencia haciendo uso de los recursos disponibles en los lugares que este ha ocupado históricamente.

Esta noción previamente expuesta fue el comienzo para la implementación de diferentes sistemas constructivos; un sistema constructivo se puede definir como: **“El conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, sea ésta de sostén (estructura) de definición y protección de espacios habitables (cerramientos) de obtención de confort (acondicionamiento) o de expresión de imagen y aspecto (decoración).”** Acorde a (Carrió, 2005).

En el pasado los sistemas constructivos adoptaron la infraestructura vegetada en su composición con la finalidad de responder a los abruptos cambios climáticos ligados a la estacionalidad, ejemplo de esto se encuentran las Ilustraciones 1 y 2 presentadas a continuación.

Ilustración 2 Techos Verdes Islandia



Tomado de: Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos (Minke, 2012)

Estos dos ejemplos representan la versatilidad de la infraestructura vegetada, para responder a las necesidades de adaptación en vivienda requeridas por el hombre, en dos ambientes totalmente extremos, haciendo uso de tecnologías similares.

Ilustración 3 Techo Verde en Tansania

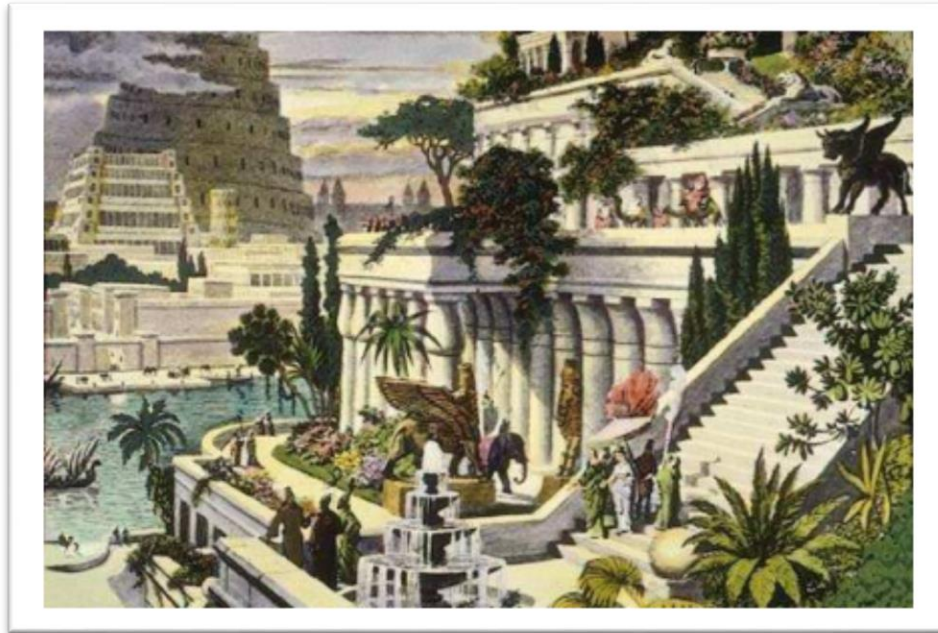


Tomado de: Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos (Minke, 2012)

Indagar en el pasado por ejemplos sobre el uso de la vegetación en la arquitectura es acudir a un único punto de partida como referente histórico, aunque no se cuenta con una descripción precisa y técnica de cómo se erguían los Jardines Colgantes de Babilonia estos siempre son recalcados como una noción de cómo se han vinculado estas dos necesidades del hombre (Refugio, Naturaleza).

Distintos autores los relacionan directamente con Nabucodonosor II y el deseo de complacer a su esposa, aproximadamente en el año 600 a.C., estos Jardines Colgantes estaba contruidos sobre una ladera, estaban formados por **terrazas escalonadas** ahuecadas, impermeabilizadas y llenas de tierra, donde se plantaban **los árboles y vegetales que asomaban por los muros**. Apoyada en columnas y muros, cada plataforma tenía bóvedas recubiertas por una capa de asfalto que la aislaba de la terraza que se encontraba en el nivel superior, quedando una galería o sala bóveda, sombría, en cada plataforma. Un eficaz dispositivo hidráulico permitía que el agua, transportada hasta un depósito situado en la plataforma superior, discurriera y regara todas las terrazas (Jardines De Sevilla, N.F)

Ilustración 4 Grabado de los Jardines de Babilonia (Maarten Van Heemskerek, Siglo XV)



Tomado de: El Jardín Mesopotámico, Los Jardines Colgantes de Babilonia (Jardines de Sevilla, N.F)

Posteriormente se encuentran referentes arquitectónicos en el periodo del Renacimiento, donde se recuperan los valores y conceptos correspondientes al Antiguo Imperio Romano, en el cual se hace uso de grandes pórticos con vegetación colgante que recubre las fachadas de edificios y estructuras oficiales.

Otro ejemplo del uso de la vegetación en la construcción corresponde al periodo Gótico, donde multitud de muros de iglesias, palacios y patios de la época se cubrían con vegetación con el fin de aligerar la contundencia de la mampostería de su arquitectura (Navarro Portilla, 2013).

Para el periodo Barroco se genera una articulación en la que el uso de la vegetación corresponde a una unidad misma dentro del diseño arquitectónico lo que supone la articulación y manejo de la naturaleza con el fin de generar confort al usuario de la construcción.

En el siglo XX gana renombre el Arquitecto Estadounidense Frank Lloyd Wright el cual constituye el pilar de la denominada Arquitectura Orgánica, esta es una filosofía de la construcción que promueve la armonía entre el hábitat humano y el

mundo natural. Mediante el diseño busca comprender e integrarse al sitio, los edificios, los mobiliarios, y los alrededores para que se conviertan en parte de una composición unificada y correlacionada (Viveca, 2012).

Ilustración 5 Hemiciclo Solar (Frank Lloyd Wright)



Tomado de <https://www.planetclaire.tv/fllw/sh.html>

De esta interpretación en la que la naturaleza debe estar ligada al diseño y la función de la edificación se deriva en otra serie de adelantos y acercamientos a lo que constituye la infraestructura vegetada. Se resalta como un ejemplo lo estipulado por Charles – Édouard Jeanneret (Le Corbusier) en su ensayo Toward a New Architecture en el año 1923. En el que se destaca acorde a (Navarro Portilla, 2013) la idea en la que **“El arquitecto habla de jardines en las azoteas para compensar el área verde consumida por el edificio y su restitución en la cubierta”**.

En el año de 1986 con la aparición del Botánico Frances Patrick Blanc y la implementación del primer muro vegetal denominado **“Mur végétal, Cité des Sciences et de l’Industrie, Paris”** el cual constituye el primer Jardín Vertical implementado como tal.

Ilustración 6 Mur végétal, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris



Tomado de <http://www.selektimmo.com/magazine/2009/11/30/mur-vegetal-jardin-vertical-villes/fr/>

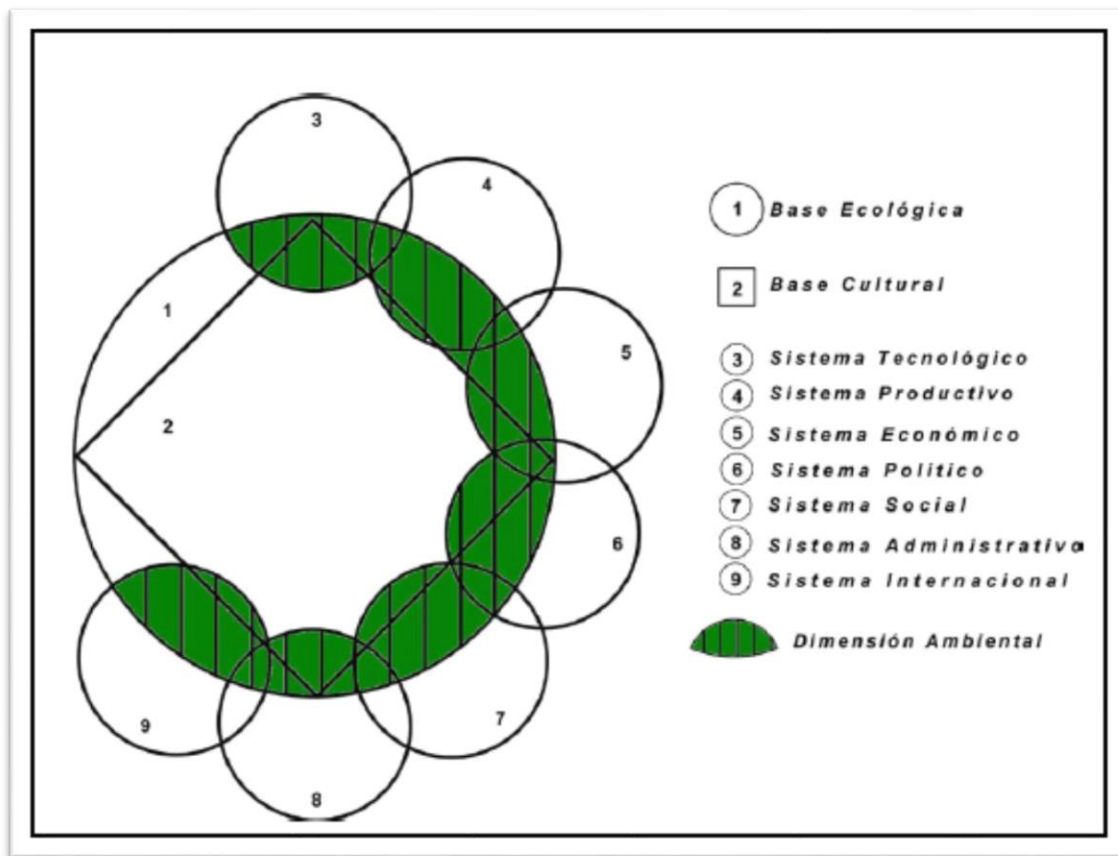
Haciendo uso de los conocimientos adquiridos en el estudio de la Botánica y la experiencia adquirida en campo, determino que las plantas no requieren para subsistir el suelo, este solo actúa como un soporte mecánico, siendo lo realmente importante garantizar el suministro de agua y minerales necesarios para su alimentación. (Blanc, 2016).

Este razonamiento permitió la diversificación de los jardines verticales en el mundo y el uso de la infraestructura vegetada como herramienta de diseño y acabado para interiores y exteriores con el fin de armonizar y presentar un respiro a las vastas extensiones de concreto.

Marco Teórico

En el año de 1987 se presenta la publicación del Informe Bruntland (Desarrollo, 1987) que también recibe por nombre “Nuestro Futuro Común” en este documento se estudia el desarrollo económico que se está generando y se relaciona el alto costo ambiental que este trae consigo. De esta manera se establece el concepto de “Desarrollo Sostenible” el cual contempla la búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo económico y los límites de integridad ecológica que los sistemas bióticos pueden soportar.

Ilustración 7 Desarrollo Sostenible



Tomado de: Elaboremos un Estudio de Impacto Ambiental (Zuñiga Palma, 2009)

El Desarrollo Sostenible debe ser entendido como una interacción que se presenta en un territorio físico con características únicas que obedecen a la correlación entre las dimensiones del desarrollo.

Los anteriores sistemas del desarrollo (para algunos, dimensiones del desarrollo) se deben entender de una manera interrelacionada, en donde los sistemas tecnológico, productivo, económico, político, social, administrativo e internacional, interactúan entre sí, pero a su vez lo hacen con los sistemas ecológico y cultural que les sirven de soporte; este tipo de relación, permite la aparición de la dimensión ambiental conforme se observa en la figura 7 (Zuñiga Palma, 2009).

“En esencia, el desarrollo sostenible es un proceso de transformación en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional se armonizan y refuerzan el potencial presente y futuro, con el propósito de atender a las necesidades y aspiraciones humanas CMMAD,1991 citado por (Carvalho, 1993).

De manera transversal a la teoría del Desarrollo Sostenible se encuentra la necesidad de implementar la Gestión del Riesgo como una estrategia que permita articular la vida en los diferentes territorios acorde a sus características únicas con el fin de promover una vida sostenible alejada de prácticas que multipliquen el riesgo y la vulnerabilidad existente para las poblaciones.

Como un referente para la aplicación de la Gestión del Riesgo se presenta la nombrada “Estrategia Yokohama” esta consta de directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos y su plan de acción (UNISDR, 2005). Fue reorientada en 2005 para direccionar la reunión llevada a cabo por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos y Desastres en la población de Hyogo, Japón. Esta se presentó como una oportunidad idónea para resaltar la necesidad de trabajar en el mejoramiento de la resiliencia existente en las naciones y comunidades ante los desastres, mediante un enfoque sistémico y estratégico.

El enfoque sistémico se presenta como una perspectiva adecuada de visualización y análisis ante la gestión del riesgo ya que todos los sistemas funcionan bajo la lógica de la acción - reacción permitiendo comprender las relaciones existentes. Como prueba de esto EIRD, 2008 establece que el aumento en los eventos climáticos extremos en el futuro probablemente incremente la cantidad y la magnitud de los desastres, pero al mismo tiempo, los métodos y las herramientas ya existentes para la reducción del riesgo de desastres ofrecen poderosas capacidades para la adaptación al cambio climático.

Se presenta el fenómeno del Cambio Climático como uno de los temas de mayor interés para la humanidad, puesto que el incremento de la temperatura a nivel global derivado de las prácticas antropocéntricas constituye una amenaza para la sostenibilidad de la vida en la tierra.

Por consecuente se deben establecer los lineamientos y acciones que permitan orientar los asentamientos humanos hacia una adaptación y mitigación del cambio climático. El calentamiento del planeta ya está en marcha y es urgente contar con estrategias de adaptación, especialmente para los países pobres más vulnerables que ya están resintiendo desproporcionadamente los efectos (FAO, 2000).

Estas acciones se han materializado mediante estamentos internacionales como lo es la estrategia “Europa 2020” y “La Declaración de Toledo” estos estamentos apoyan y rectifican la necesidad de establecer un crecimiento urbano sostenible, presentando como indicadores la reducción de emisiones de gases de invernadero, aumento en energías renovables y un aumento de la eficiencia energética.

Marco Conceptual

Infraestructura Vegetada

El concepto de Infraestructura Vegetada se presenta como una alternativa económica que tiene la particularidad de en una misma área se pueden ofrecer una gran cantidad de beneficios para la sociedad. Estas iniciativas se encuentran íntimamente ligados a los servicios y flujos que provienen de ecosistemas saludables, presentándose como un equilibrio entre el desarrollo urbano y el rural, para esto se presentaran tres definiciones correspondientes a diferentes autores.

Una red estratégicamente planeada de alta calidad natural y con áreas semi-naturales con otras características ambientales, esta red está diseñada y manejada para entregar un alto rango de servicios eco sistémicos y proteger la biodiversidad tanto en zonas rurales y urbanas (European Commission, 2013).

La Infraestructura Vegetada es una red de características naturales y semi-naturales, espacios verdes, ríos y lagos que entremezclan y conectan villas, pueblos y ciudades. Individualmente, estos elementos son bienes de Infraestructura Verde, y los roles que cumplen estos corresponden a las funciones propias de la Infraestructura Verde. Cuando se planifica, diseña y maneja apropiadamente, estos bienes y funciones tienen el potencial de entregar un amplio rango de beneficios – desde proveer conexiones de transporte sostenible a mitigar y adaptar los efectos del cambio climático (Landscape Institute, 2013).

La Infraestructura Verde se refiere a una estructura que combina, la conectividad y tipos de espacios verdes los cuales juntos permiten entregar múltiples beneficios como bienes y servicios. Es importante considerar la

Infraestructura Verde holísticamente y al paisaje, así como la escala de sitio individual (Forest Research, 2010).

La Infraestructura Vegetada presenta una serie de beneficios que impactan en diferentes ámbitos y generan transformaciones, estas se enlistan a continuación:

- Fomentar una mejor calidad de vida.
- Mejorar Biodiversidad permitiendo reconectar las áreas verdes.
- Proteger al hombre del Cambio Climático.
- Alentar un enfoque inteligente de aprovechamiento integrado del espacio.

Como se puede ver la Infraestructura Vegetada corresponde a un concepto mucho más amplio, de lo mismo se presenta la tabla 2.

Tabla 2 Beneficios de la Infraestructura Verde

| Tipo de Beneficios | Descripción |
|---|---|
| Ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Provisión de Agua Limpia. • Remoción de contaminantes del aire y el agua. • Mejoramiento de la Polinización • Protección contra la erosión del suelo. • Retención de agua lluvia. • Incremento en el control de plagas. • Mejoramiento en la calidad de la tierra. |
| Sociales | <ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la salud humana y el bienestar. • Creación de trabajos. • Diversificación de la economía local. • Ciudades Verdes más atractivas. • Incremento en el valor de las propiedades y distinciones locales. • Más soluciones de Transporte Integrado y Soluciones de Energía. • Mejoras en el turismo y en las oportunidades de recreación. |
| Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. | <ul style="list-style-type: none"> • Amortiguación de Inundaciones • Fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas. • Secuestro de Carbono y Almacenamiento. • Mitigación de los efectos urbanos de la isla de calor. • Prevención de desastres |
| Biodiversidad | <ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre. • Corredores Ecológicos. |

| Tipo de Beneficios | Descripción |
|--------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad del Paisaje. |

Adaptado de: Building a Green Infrastructure for Europe (European Commission, 2013)

La construcción e implementación de esta clase de diseños e iniciativas se agrupa y se orienta bajo los conceptos de Eco – Ciudades, lo cual se presenta como una actividad de diseño y planificación urbanística que cuenta con los criterios de adaptación y mitigación del cambio climático de manera transversal.

Eco – ciudad

Desde los esfuerzos internacionales y de la mano del urbanismo se construye el concepto de eco-ciudad el cual acorde al autor (Simon, 2015) se define como una sombrilla que agrupa una serie de nociones y acercamientos al urbanismo sostenible, en lugar de un fenómeno conceptual coherente y uniforme.

Las Eco – ciudades se vislumbran como el concepto de diseño y transformación que se presenta en las urbes modernas a diferentes escalas y componentes donde se articula una serie de diseños e implementación de tecnologías apropiadas que permitan garantizar la sustentabilidad de la vida en estos territorios.

Ilustración 8 Vista Sydney, Australia



Fotografía por Sebastián Prieto ®, 2016

Acorde a la información presentada en el Cuarto Reporte de Evaluación por parte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), se estableció que las ciudades tienen un rol crítico en la reducción de las emisiones de gas de invernadero porque aunque estas solo cubren el 2% de la superficie de la tierra, estas cuentan con más del 50% de la población y causan el 75% de las emisiones del mundo.

Es por esta razón que ciudades como Sydney pretenden la transformación de la tecnología existente con la finalidad de garantizar la sostenibilidad de las mismas, mediante mejoras en los esquemas de manejo y generación de residuos, transporte sostenible, tecnología para el ahorro de agua y energía e implementación de cubiertas productivas.

Países como Francia presentan iniciativas respaldadas por la ley en las cuales las azoteas de las edificaciones deben presentarse como productivas, ya sea mediante la instalación de techos verdes o paneles solares. Todos estos esfuerzos se orientan a la búsqueda de la reducción de emisiones de CO₂ y la generación de energías limpias para la ciudad que permita el desplazamiento del uso de combustibles fósiles por energías renovables.

Techos Verdes

En el año 2011 la Secretaría de Ambiente Distrital publica la Guía de Techos Verdes para en Bogotá en la cual establece que un techo verde es un sistema constructivo que permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre la cubierta de un inmueble mediante una adecuada integración entre:

- 1) El inmueble intervenido.
- 2) La Vegetación escogida.
- 3) El medio de crecimiento diseñado, y los factores climáticos y ambientales.

Esta definición ha de ser la orientadora en la implementación de estas tecnologías en Bogotá para los años posteriores a su publicación, pero es necesario

complementar el concepto con la perspectiva de otros autores relacionados a continuación:

Un techo verde significa la extensión de una cubierta superior establecida en la parte superior de una estructura hecha por el hombre, que permite el crecimiento de vegetación en un sustrato y es diseñado, construido y mantenido in concordancia al Estándar de Construcción de Techos Verdes de Toronto (Toronto City Council, 2009).

Los techos verdes, conocidos también como techos ecológicos, cubiertas verdes, sistemas de naturación y azoteas verdes, son una nueva forma de incorporación de masa vegetal a la vida urbana, en aquellos espacios que han sido poco valorados como los envoltentes de las edificaciones García, 2010 citado por (Zielinsky, Gárcia Collante, & Vega Paternina, 2012).

Ilustración 9 Urbanización de Techos Verdes



Las unidades elementales de un techo verde se definen en dos categorías o dos clases de componentes el primero son los activos; que corresponden a elementos biológicos o elementos que soportan la vida en el sistema (Cobertura Vegetal y Medio de Crecimiento). El segundo es denominado estable y hace referencia a los elementos inertes que requieren de una fabricación y que ayudan al soporte de la vida del sistema y hacen parte fundamental del diseño (Membranas de impermeabilización, Barreras Anti – Raíces, Medios de Drenaje, Etc.)

Ilustración 10 Cubierta Verde Torres de Capellanía



Fotografía por Juan C. Acevedo ®

Para establecer las categorías de techos verdes existentes se han empleado diferentes clasificaciones, pero la más aceptada y citada frecuentemente es la que se muestra a continuación:

Tabla 3 Clasificación Cubiertas Verdes

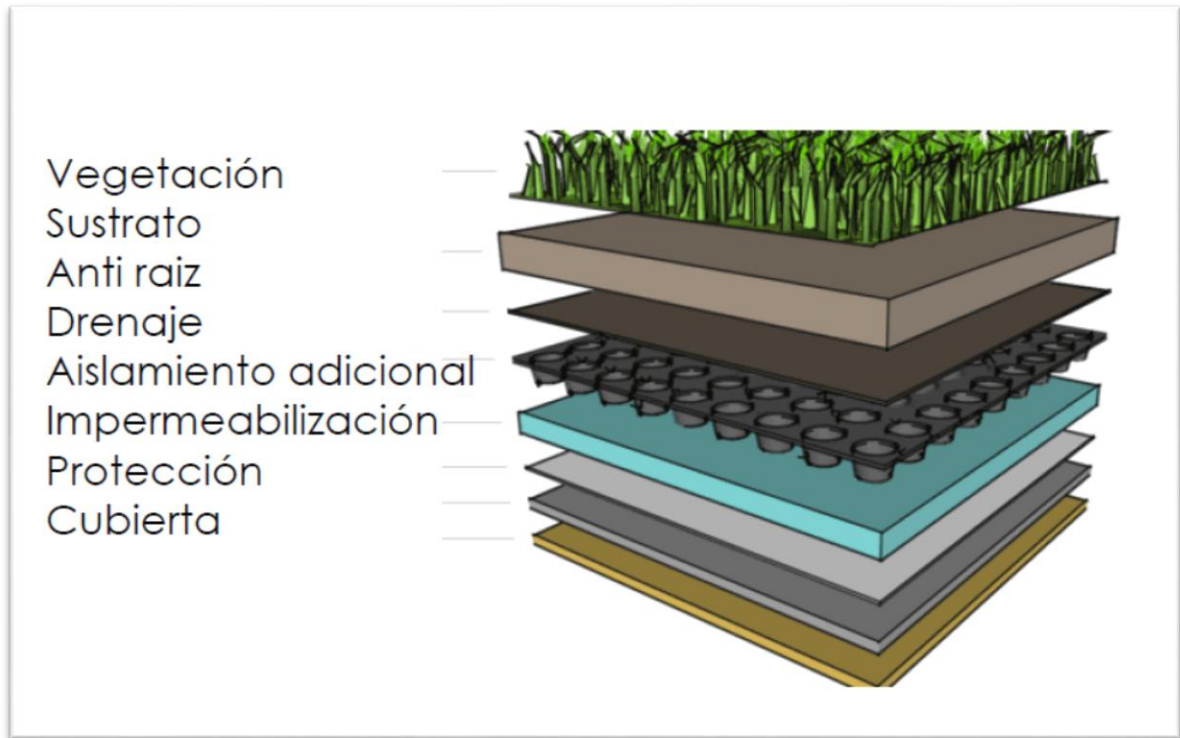
| Tipo de Cubierta | Descripción |
|-------------------------|---|
| Intensiva | Se consideran como jardines convencionales; son accesibles y tienen sustratos espesos que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta arboles (Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2009). Los techos intensivos requieren que la capa del sustrato sea mayor de 30cm., lo que aumenta el peso del sistema. Además, el costo de instalación y el mantenimiento son elevados ya que se requiere riego, fertilización y poda constante. Se procura que este tipo de sistema se realice en construcciones nuevas, ya que es necesario un cálculo estructural detallado debido a que el peso del sistema es superior a los 250 kg/m ² hasta los 400 Kg/m ² (Lopez, 2010). |
| Semi – Intensiva | Estos sistemas se consideran intermedios debido a que el espesor del sustrato oscila entre los 12 y 30cm., lo que disminuye la selección de especies vegetales en comparación con el sistema intensivo, aunque brinda más posibilidades que el sistema extensivo. Requieren mantenimiento regular. El peso aproximado del sistema es entre 120 y 250 kg/m ² (Garcia, 2010) |
| Extensiva | Estos sistemas son de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares inaccesibles. A menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, con solo 5 a 15cm. De sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia. La vegetación es de bajo porte, usando generalmente especies endémicas o adaptadas a las condiciones ambientales. Por ello su mantenimiento es mínimo. El peso aproximado del sistema oscila entre 60 y 140 kg/m ² (Stovin et al., 2007). |

Adaptado de (Zielinsky, Gárcia Collante, & Vega Paternina, 2012)

Estos presentan una composición en capas que se muestran en la ilustración 11, siendo esta la estructura más completa que puede necesitar la instalación de una cubierta. Es pertinente aclarar que se presentan cambios en relación a las

pendientes que pueda presentar el techo de soporte al ser instalado, por lo cual su composición puede variar.

Ilustración 11 Composición de una cubierta verde



Tomado de (Recive, 2016)

Jardines Verticales

Se presentan algunas definiciones relacionadas al concepto de jardín vertical con el fin de ilustrar diferentes interpretaciones.

Según Alex Puig (Especialista en Ecoarquitectura e instalaciones de jardines) **“Las paredes o jardines vegetales son una forma de jardinería urbana que consiste en tapizar muros y otras superficies logrando que las plantas crezcan de forma óptima. Gracias a su belleza e impacto, suelen acometerse como un trabajo artístico. Además, presentan numerosas ventajas para la salud humana y el medio ambiente”** (Vintimilla Pelaez, 2013).

El Jardín Vertical se convierte en una segunda piel del edificio y esta es una piel viva. Las raíces de las plantas solo se están esparciendo en la superficie que da estructura al Jardín Vertical, dejando el muro interno sin afectaciones. Las Plantas y la arquitectura pueden cooperar en armonía. (Blanc, 2016)

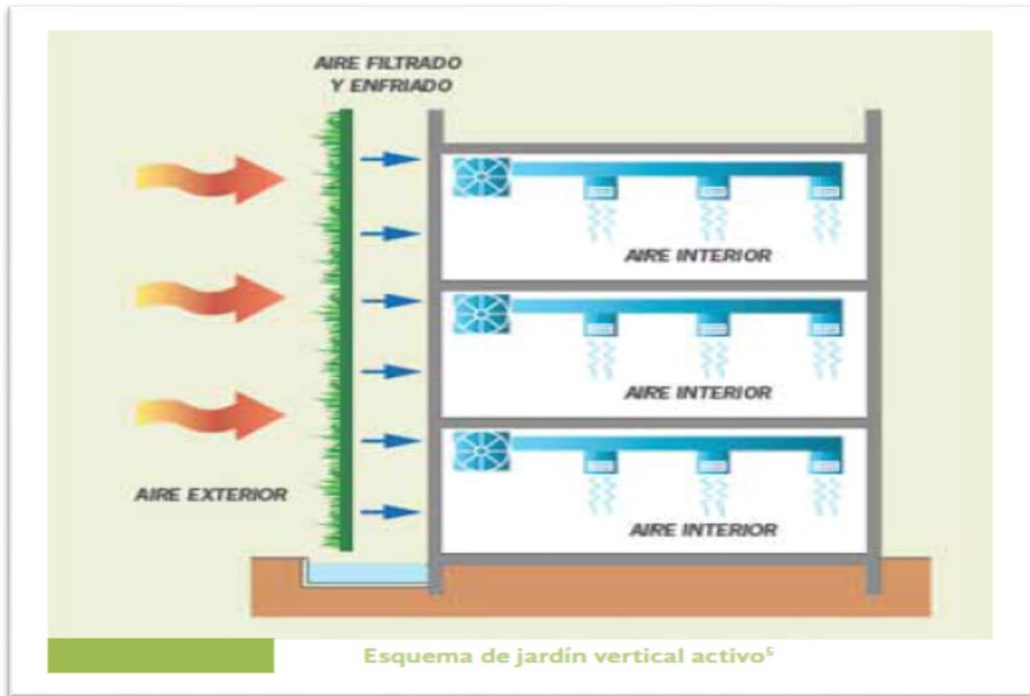
Un jardín vertical es un sistema constructivo que permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre una superficie vertical interior o exterior de un inmueble, mediante una adecuada integración entre el inmueble a intervenir, la vegetación escogida, el medio de crecimiento y los factores climáticos y ambientales (Ambiente, Techos Verdes y Jardines Verticales Guía Práctica, 2015).

Los jardines verticales constan de los mismos componentes que los techos verdes y al igual que estos tienen seis requerimientos mínimos que corresponden a:

1. Estanqueidad.
2. Drenaje.
3. Capacidad de retención de agua.
4. Consistencia.
5. Nutrición.
6. Filtración.

En el cumplimiento de estos requerimientos reposa la capacidad de brindar todos los beneficios establecidos para estos sistemas en la adaptación y mitigación del Cambio Climático.

Ilustración 12 Flujo de aire Jardín Vertical

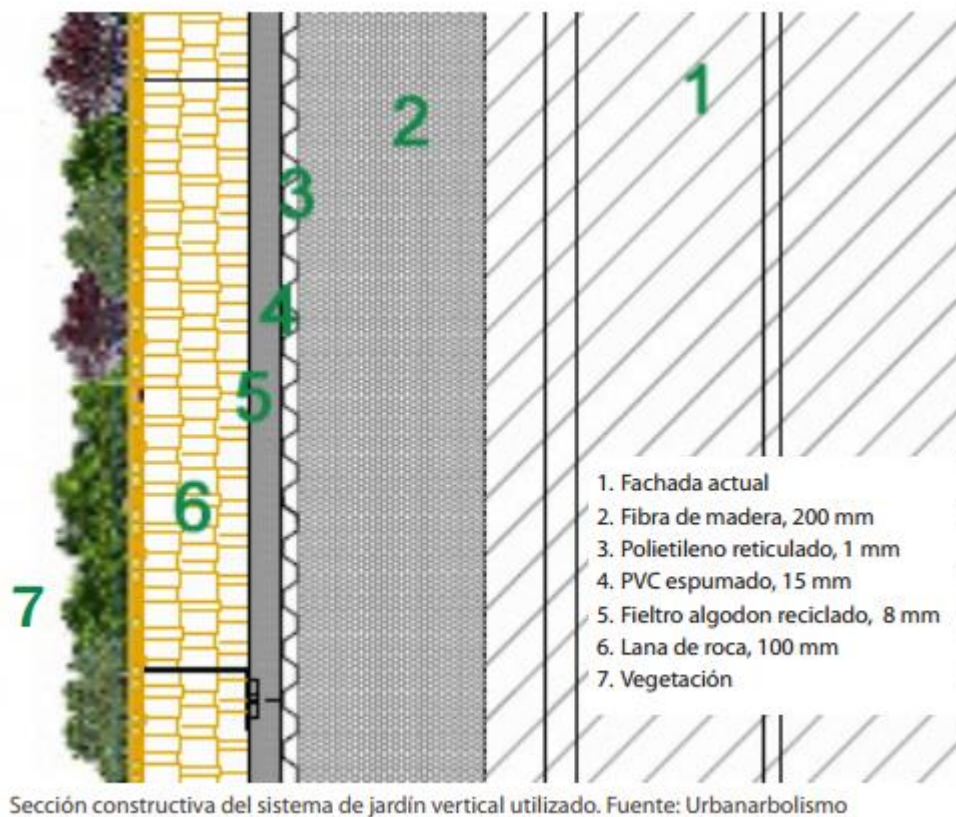


Tomado de (Vintimilla Pelaez, 2013)

En la ilustración 12 se muestra el flujo de aire que se debe garantizar con la instalación de un jardín vertical y como se evita la generación de humedad en los muros de las edificaciones. Esto se da al garantizar una separación entre el muro y los soportes del jardín vertical donde se permita la refrigeración y filtración del aire, esto permite un ahorro climático.

La composición de un Jardín Vertical está expuesta en la ilustración 13, donde se ejemplifica una instalación muy completa con sus capas enumeradas, las primeras corresponden al soporte físico del jardín, un medio o sustrato para el crecimiento de la vegetación, capas aislantes y la separación necesaria para que se presente un flujo de aire que se presenta en el anterior gráfico y por último la fachada natural.

Ilustración 13 Componentes de un Jardín Vertical



Beneficios Techos Verdes y Jardines Verticales

La cantidad de beneficios que presentan los techos verdes y jardines verticales constituye un elemento a tener presente a la hora de generar diseños urbanísticos para la ciudad, estos son enlistados y clasificados acorde a su naturaleza en la tabla 4.

Tabla 4 Beneficios de implementar Infraestructura Verde

| Tipo de Beneficios | Descripción |
|--------------------|---|
| Ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Retienen el agua lluvia. • Permiten aprovechar residuos orgánicos. <ul style="list-style-type: none"> • Mitigan el efecto isla de calor. • Reutilizan y reciclan materiales. • Aumentan el área verde para la promoción de la biodiversidad. • Absorben el ruido. |

| Tipo de Beneficios | Descripción |
|--------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Generan conectividad con la Estructura Ecológica Principal. • Cumplen servicios eco sistémicos. • Aumentan el área verde de la ciudad. • Capturan carbono durante el día. |
| Sociales | <ul style="list-style-type: none"> • Mejoran el paisaje urbano. • Aumentan el área verde de la ciudad. • Generan jardines consumibles. • Brindan sensación de bienestar. • Mejoran la calidad de vida. • Generan un espacio de intercambio e saberes e intercambio tecnológico. • Activan los sentidos olfativos, táctiles y visuales. • Son Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible |
| Económicos | <ul style="list-style-type: none"> • Mantienen la comodidad térmica al interior de las edificaciones, evitando el uso de calefactores. <ul style="list-style-type: none"> • Valorizan el predio. • Optimizan espacios para la agricultura urbana. • Permiten integrarse con sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, ahorrando consumo de agua. • Generan puntaje en el reconocimiento en el Programa Bogotá Construcción Sostenible. |

Adaptado de Techos Verdes y Jardines Verticales, SDA 2015.

Marco Político

Con la construcción y posterior publicación de la política de Ecurbanismo en el año 2014 se consolida la iniciativa que se gestó desde los acuerdos de cooperación institucional a nivel distrital entre la Alcaldía Mayor Distrital de Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaria Distrital de Hábitat y Secretaría Distrital de Planeación.

Esta Política Pública nace desde el Acuerdo 489 de 2012 “Por el cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C. 2012 – 2016. Bogotá Humana” donde se establece como una de las metas: “Diseñar e implementar una política pública para fomentar procesos de Ecurbanismo y construcción sostenible en Bogotá (...)” (D.C, 2014).

La premisa bajo la que se construyó esta Política corresponde a lo estipulado en el eje 2 del Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012 – 2016 “Un territorio que enfrenta el Cambio Climático y se ordena alrededor del agua”. Presenta una articulación directa con la Política Distrital de Salud Ambiental, la Política Distrital de Educación Ambiental y la Política Pública Distrital de Ruralidad.

La Política presenta una estructura articulada en cuatro partes, los cuales se mencionan a continuación y se exhibe una breve descripción del contenido:

Tabla 5 Estructura Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible

| Componente | Descripción |
|--|---|
| Marco Conceptual de la Política | Es propuesto un robusto marco conceptual el cual delimita la perspectiva con la que va a ser abordada la problemática de Bogotá en relación a la sostenibilidad. |
| Diagnóstico de Bogotá D.C | Se realiza un diagnóstico sobre los problemas estructurales en relación a la Sostenibilidad para la ciudad, los cuales se encuentran íntimamente relacionados a procesos de urbanismo, construcción y arquitectónicos. |
| Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá | Se plantea como objetivo general de la Política “Reorientar las actuaciones de urbanismo y construcción de Bogotá hacia un enfoque de desarrollo sostenible, contribuyendo con la transformación de un territorio resiliente que mitiga y se adapta al cambio climático”. |

| Componente | Descripción |
|-----------------------------|--|
| | Para cumplir esto se articulan tres ejes: <ul style="list-style-type: none"> Eje 1: Practicas Sostenibles. Eje 2: Fortalecimiento Institucional y Gestión. Eje 3: Cultura Y Educación Ciudadana Para La Sostenibilidad. |
| Acciones Posteriores | Se hace una descripción de caso ceñida a lo estipulado en la guía para la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas distritales. (Decreto Distrital 689 de 2012). |

Adaptado de Política de Ecourbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá (D.C, 2014)

Marco Legislativo

Se presenta de manera puntual un antecedente – consecuente construido desde la inspección de la legislación Colombiana vigente con la finalidad de soportar el accionar y el desarrollo correspondiente de este trabajo.

Como primera referencia legal para el país se encuentra la Carta Magna de 1991 en la cual se establecen una serie de artículos que se presentan como argumentos para el desarrollo de nuestra temática, estos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6 Artículos referidos con temática Ambiental en la Constitución Política

| Número del Artículo | Capítulo | Contenido |
|---------------------|---|--|
| 58 | De los Derechos Sociales, Económicos y Culturales | Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. (...). La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica. |
| 79 | | Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia |

| Número del Artículo | Capítulo | Contenido |
|---------------------|-------------------------------|--|
| | | ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines |
| 80 | | El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. |
| 95 | De los Deberes y Obligaciones | La calidad de Colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona esta obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y del ciudadano: 8. Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano. |
| 313 | | Corresponde a los Consejos: 9. Dictar las normas necesarias, para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio. |
| 366 | | El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación de saneamiento ambiental y de agua potable. |

Adaptado de Constitución Política Colombiana 1991

Como segundo referente legal relacionamos la Ley 388 de 1997 la cual se presenta como la modificación de la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 que establece otras disposiciones referentes al Ordenamiento Territorial Municipal.

La abstracción y análisis de la ley se presenta en la tabla 7:

Tabla 7 Artículos pertinentes al desarrollo de la temática del presente trabajo en la Ley 388 de 1997

| Número del Artículo | Capítulo | Contenido |
|---------------------|--|--|
| 6 | II. Ordenamiento Territorial Municipal | <p><i>Objeto:</i> El ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, mediante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales. 2. El diseño y adopción de los instrumentos y procedimientos de gestión y actuación que permitan ejecutar actuaciones urbanas integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio municipal o distrital. 3. La definición de los programas y proyectos que concretan estos propósitos. |
| 15 | | <p><i>Normas urbanísticas.</i> Modificado por el art. 1, Ley 902 de 2004, Reglamentado por el Decreto Nacional 4002 de 2004. Las normas urbanísticas regulan el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo y definen la naturaleza y las consecuencias de las</p> |

| Número del Artículo | Capítulo | Contenido |
|---------------------|-----------------------------------|--|
| | | actuaciones urbanísticas indispensables para la administración de estos procesos. |
| 36 | Capítulo V. Actuación Urbanística | <p><i>Actuación urbanística pública.</i></p> <p>Son actuaciones urbanísticas la parcelación, urbanización y edificación de inmuebles. Cada una de estas actuaciones comprenden procedimientos de gestión y formas de ejecución que son orientadas por el componente urbano del plan de ordenamiento y deben quedar explícitamente reguladas por normas urbanísticas expedidas de acuerdo con los contenidos y criterios de prevalencia establecidos en los artículos 13, 15, 16 y 17 de la presente Ley. Estas actuaciones podrán ser desarrolladas por propietarios individuales en forma aislada por grupos de propietarios asociados voluntariamente o de manera obligatoria a través de unidades de actuación urbanística, directamente por entidades públicas o mediante formas mixtas de asociación entre el sector público y el sector privado.</p> |

Las leyes 164 de 1994 y 629 de 2000 corresponden a la confirmación de la participación del estado Colombiano para la “**Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**” y el “**Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**”

Por último se resalta el Decreto Ley 1421 de 1993 en el cual menciona en su artículo primero “... **la ciudad de Santa Fe de Bogotá, Capital de la República y del departamento de Cundinamarca, se organiza como Distrito Capital y goza de autonomía para la gestión de sus interés, dentro de los límites de la ley y la constitución**”. Al interior de este se resalta lo siguiente:

Artículo 12. Atribuciones. Corresponde al Consejo Distrital, de conformidad con la Constitución y a la ley:

7. Dictar las normas necesarias para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturaleza y medio ambiente.

A nivel Legislativo Colombia destaca en América Latina teniendo en cuenta la iniciativa presentada en 2009 en la cual se presentó el proyecto de acuerdo Número 386 el cual presenta como título **“POR EL CUAL SE IMPLEMENTAN, PROMUEVEN Y ESTIMULAN LAS TECNOLOGIAS DE CREACION DE TECHOS VERDES EN BOGOTA, D.C Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES”**.

Se presentan cuatro objetivos para el desarrollo del acuerdo, que son los siguientes (Consejo de Bogotá D.C., 2009):

- Este proyecto de Acuerdo busca que en los techos, cubiertas o terrazas de los edificios o inmuebles que se construyan en adelante, sean de carácter público y privado, o en aquellos que ya estando contruidos transformen dichos espacios, implementen y generen la tecnología de techos verdes, como una alternativa de mejoramiento ambiental, ecológico, paisajístico y urbano que permita mitigar en buena medida los impactos negativos producidos por los fenómenos naturaleza que están afectando a nuestro planeta.
- Se trata de crear un modelo de gestión y nuevos hábitats urbanos innovadores y alternativos para preservar nuestro ambiente y por ello se propone que las entidades distritales que requieran efectuar construcciones para la prestación de sus servicios implementen en ellas tecnologías de techos verdes con miras a minimizar los impactos ambientales negativos que se presentan en la ciudad.
- Así mismo se impone la obligatoriedad para estas mismas entidades que en sus bienes inmuebles ya edificados anteriormente a la vigencia del presente Acuerdo, y que sus edificaciones o construcciones tengan techos,

cubiertas, terrazas o cubiertas, implementen en forma gradual y progresiva hasta el año 2020 tecnologías de techos verdes en dichos espacios.

- De igual manera se le imponen una serie de obligaciones a las Secretaría de Habitat, ambiente y jardín botánico, tales como prestar asesoría técnica a las entidades obligadas por el presente Acuerdo para la implementación de techos verdes. También se obliga a la Administración Distrital a diseñar estrategias de promoción dirigidas a que el sector privado también implemente tecnologías de techos verdes en sus edificaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta una explicación de cinco de los seis artículos con los que se desarrolla el acuerdo, teniendo en cuenta que este último hace referencia a la vigencia del mismo.

Tabla 8 Interpretación Artículos del Acuerdo 386 de 2009

| Artículos | | | | |
|---|--|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Dispone que para las entidades distritales que requieran la construcción de planta física para su funcionamiento la implementación de tecnologías de infraestructura vegetada acorde a los criterios técnicos y las normas de construcción, esto con el fin de mitigar el impacto ambiental negativo asociado a fenómenos naturales en la ciudad. | Se sugiere a las entidades distritales que instalen las tecnologías de techos verdes y jardines verticales, con el fin de buscar un retorno en la inversión establecer mecanismos de venta de certificados de captura de carbono (CCC) o buscar financiamientos de fondos que fomenten el desarrollo urbano sustentable. | Establece que los encargados a nivel distrital de prestar asesoría técnica – científica para la implementación y mantenimiento de estas tecnologías corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> • Secretaria Distrital de Hábitat. • Secretaría Distrital de Ambiente. • Jardín Botánico José Celestino Mutis. | Las edificaciones de carácter público distrital que cuenten con espacios disponibles para la implementación de este tipo de tecnologías, cuentan con un plazo hasta el año 2020 para dicha instalación. | Es menester de la administración distrital, promover la vinculación del sector privado a estas iniciativas que permitan la sustentabilidad de la ciudad. |

Adaptado de (Consejo de Bogotá D.C., 2009)

Cronograma

| PLAN DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|--|--|--|
| ACTIVIDAD | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | | |
| | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | s 1 | s 2 | s 3 | s 4 | | | |
| PRELIMINARES INVENTARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizar contacto con los proveedores del sistema | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contacto con SDP suministro de información | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualizar la base de datos suministrada por la SDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Organizar la base de datos haciendo una distribución por localidades o por zonas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recorrido en campo: Toma de datos según a la base suministrada con registro fotográfico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diligenciamiento de la base de datos y fichas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje información en la plataforma del Observatorio Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE RESULTADOS INVENTARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARCELAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento del modelo estadístico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medición, seguimiento a parcelas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entrega de resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Metodología

En primera instancia se procede a fortalecer el inventario de techos verdes y jardines verticales existente construido por la Secretaría de Ambiente Distrital, esta tarea se desarrolla mediante la actualización de los datos correspondientes a los proyectos implementados en el área metropolitana y registrados para los indicadores presentados por la subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial lo cual requiere una compilación de información con los proveedores del servicio.

Esta información se somete a un proceso de revisión en campo mediante las visitas a los diferentes proyectos consignados en la base de datos construida. Estos datos son diligenciados en las fichas técnicas respectivas, las cuales hacen la relación para cada proyecto de los aspectos técnicos básicos, área, ubicación, localidad, empresa encargada y un registro gráfico.

Como actividad paralela se establecen una serie de parcelas de $1m^2$ en el techo de la Secretaría Distrital de Ambiente con el fin de evaluar el desarrollo y adaptación de las especies que son implementadas de manera comercial en los sistemas de techos verdes para la ciudad. Esta evaluación corresponde a parámetros cualitativos de sobrevivencia y floración que nos indiquen la rusticidad de las especies.

El concepto de rusticidad se construye por parte del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos por su sigla en Inglés USDA; este consiste en la creación de zonas climáticas para establecer los rangos de tolerancia en los que las plantas son capaces de crecer y desarrollarse, este se encuentra ligado a la construcción de mapas, con el fin de poder entender que plantas pueden prosperar y cuáles son las recomendables para la agricultura acorde a la ubicación al interior del país.

Análisis de Resultados

Para el análisis de resultados se evalúan las actividades planteadas previamente, por lo cual:

Actualización de los Indicadores del Observatorio Ambiental Distrital

Como indicadores correspondientes a los techos verdes y jardines verticales se tienen:

- **Área de Techos Verdes y Jardines Verticales en el Perímetro Urbano de Bogotá – ATVJV:** El indicador muestra el área en m² de techos verdes y jardines verticales instalados en el área urbana de Bogotá. Estos deben estar orientados desde la espacialización y referencia de las localidades establecidas en la ciudad.

Para este indicador se muestra el cambio anual en relación a las áreas implementadas de infraestructura verde en la ciudad.

En el análisis y presentación de esta información se procede a resumir en tablas en primera instancia la cantidad de proyectos registrados, el número de visitados y el número de registros logrados. Posteriormente se presenta una sumatoria global de las áreas verdes por localidad y se plantea un análisis en conjunto.

Parcelas experimentales

Mediante el análisis y procesamiento de los datos recolectados se evalúa cuáles son las especies con mejores condiciones para floración y supervivencia en las

parcelas experimentales establecidas esto con el fin de poder recibir información sobre cuales se encuentran como las más rusticas.

Resultados

Actualización de los Indicadores del Observatorio Ambiental Distrital

Jardines Verticales

Con la finalidad de representar la información recopilada de la manera más practica posible, se construye la tabla 9, en esta se presenta para cada localidad el número de proyectos que se registraron desde la construcción de la base de datos.

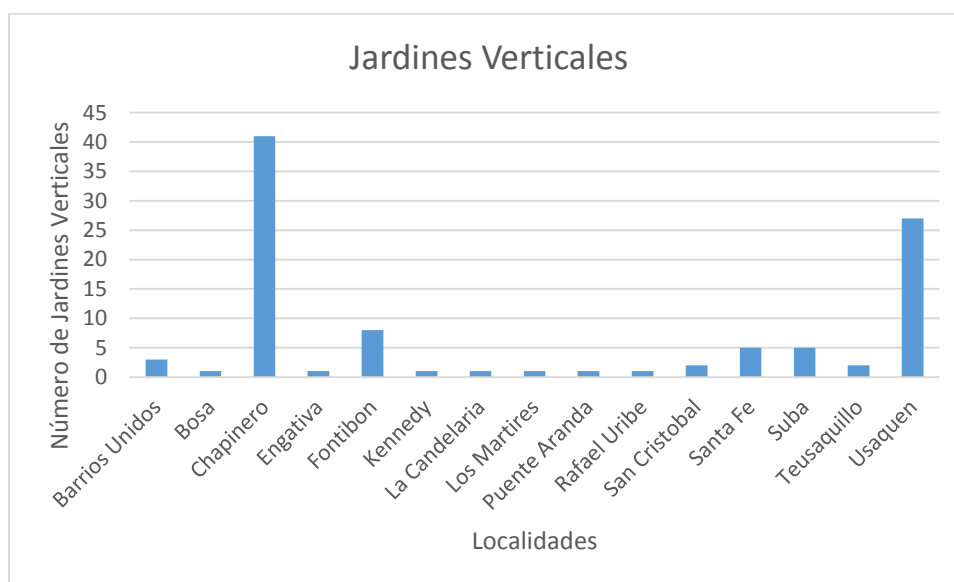
Se presentan tres categorías que corresponden a la Cantidad de Proyectos, Visitados y Registrados. Para este caso se encuentra que Chapinero es la localidad con mayor cantidad de proyectos implementados con 41, de estos fueron visitados 40 y se pudo hacer registro de información correspondiente a 32, la segunda localidad con mayor cantidad de proyectos corresponde a Usaquén que cuenta con 27 proyectos, con igual cantidad de visitados y se pudo registrar 24 de los mismos.

Tabla 9 Jardines Verticales Bogotá

| Jardines Verticales | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------|-------------|
| Localidad | Cantidad de Proyectos | Visitados | Registrados |
| Barrios Unidos | 3 | 3 | 2 |
| Bosa | 1 | 1 | 1 |
| Chapinero | 41 | 40 | 32 |
| Engativá | 1 | 1 | 1 |
| Fontibón | 8 | 8 | 5 |
| Kennedy | 1 | 1 | 1 |
| La Candelaria | 1 | 1 | 1 |
| Los Mártires | 1 | 1 | 1 |
| Puente Aranda | 1 | 1 | 1 |

| Jardines Verticales | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------|-------------|
| Localidad | Cantidad de Proyectos | Visitados | Registrados |
| Rafael Uribe | 1 | 1 | 0 |
| San Cristóbal | 2 | 2 | 1 |
| Santa Fe | 5 | 3 | 0 |
| Suba | 5 | 5 | 4 |
| Teusaquillo | 2 | 2 | 2 |
| Usaquén | 27 | 27 | 24 |
| Total | 96 | 93 | 73 |

Ilustración 14 Jardines Verticales Por Localidad



En la ilustración 14 se gráfica la información presentada previamente en la tabla de proyectos relacionados a las localidades de la ciudad, se puede observar que la concentración de proyectos implementados en toda la ciudad corresponden principalmente a las localidades de Chapinero y Usaquén, teniendo los registros más altos que previamente fueron explicados, estos corresponden a las dinámicas económicas, sociales y ambientales que se encuentran establecidas en estas dos localidades donde se encuentra una alta presencia de edificios corporativos que cuentan con Jardines Verticales en sus fachadas con funciones estéticas.

Techos Verdes o Cubiertas Verdes

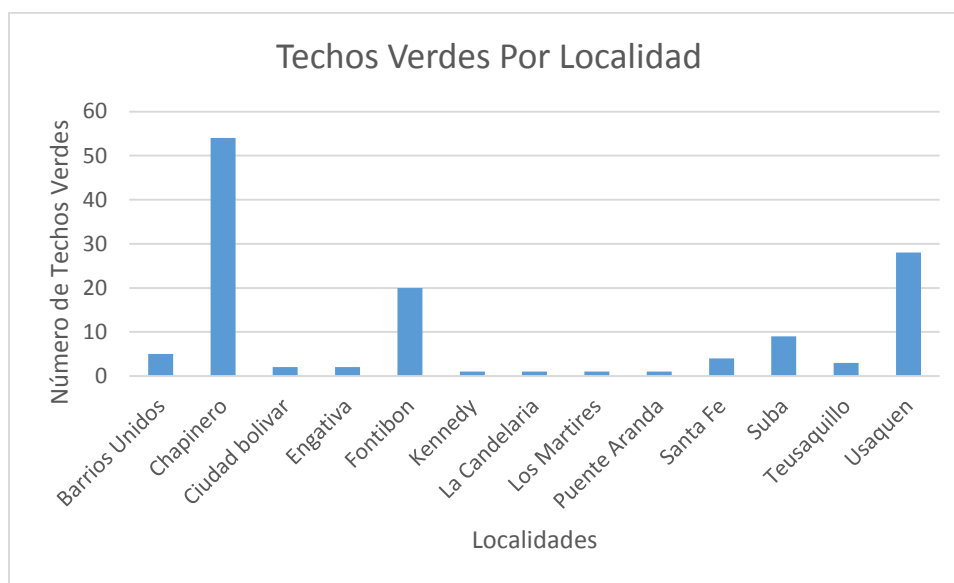
Para la evaluación de Techos Verdes o Cubiertas, estas se encuentran distribuidas en su gran mayoría en tres localidades como se puede apreciar en la tabla 10, corresponden a Chapinero con 54 proyectos reportados, Usaquén con 28 y Fontibón con 20 respectivamente. Estos proyectos corresponden a techos residenciales y edificios empresariales. Se encuentra un gran conglomerado en la localidad de Fontibón, esto corresponde al proyecto Connecta, el cual se presenta como una zona empresarial que cuenta con un diseño altamente sostenible y cuenta con certificaciones LEED. En la actualidad este proyecto y representa un área en constante crecimiento para las cubiertas verdes y los jardines teniendo en cuenta que aún se encuentra en desarrollo.

Tabla 10 Techos Verdes O Cubiertas Verdes por Localidad

| Techos Verdes | | | |
|----------------|-----------------------|-----------|-------------|
| Localidad | Cantidad de Proyectos | Visitados | Registrados |
| Barrios Unidos | 5 | 2 | 2 |
| Chapinero | 54 | 25 | 7 |
| Ciudad bolivar | 2 | 2 | 2 |
| Engativa | 2 | 2 | 2 |
| Fontibon | 20 | 13 | 5 |
| Kennedy | 1 | 1 | 0 |
| La Candelaria | 1 | 1 | 1 |
| Los Martires | 1 | 1 | 1 |
| Puente Aranda | 1 | 1 | 0 |
| Santa Fe | 4 | 3 | 2 |
| Suba | 9 | 6 | 2 |
| Teusaquillo | 3 | 2 | 1 |
| Usaquen | 28 | 16 | 4 |
| Total | 131 | 75 | 29 |

El monitoreo de estas cubiertas verdes o techos presentan mayor dificultad que la encontrada con los jardines verticales, esto ligado a la necesidad de acceder a las edificaciones y poder verificar la existencia de los mismos, lo cual implica programar visitas y coordinar un acompañamiento por parte de las instituciones que prestan seguridad en los respectivos inmuebles, la tabla 11 recopila los

valores correspondientes a los proyectos existentes, los visitados y los registrados.



Se concentra la instalación de estos productos en Chapinero, Usaquén y Fontibón teniendo en cuenta los potenciales económicos con los que cuentan estas localidades para poder fomentar la implementación de estas tecnologías relacionado a la gran cantidad de edificios empresariales o instituciones que buscan adornar su infraestructura.

Teniendo en cuenta la actualización del inventario realizado, se presenta la siguiente información en las tablas 11 y 12 que corresponden a la depuración que se implementó en la base de datos construida con ayuda de algunos de los proveedores en el mercado en el periodo de 2010 – 2016 se encuentra un área verde construida acumulada para Techos Verdes de $60778,56 \text{ m}^2$ y en Jardines Verticales de $8858,12 \text{ m}^2$, esto se encuentra consignado en las tablas 11 y 12 respectivamente.

Tabla 11 Área Acumulada de Techos Verdes Por Localidad

| Techos Verdes | |
|----------------|-----------------|
| Localidad | Área (m2) |
| Barrios Unidos | 2249,75 |
| Chapinero | 18936,01 |
| Ciudad Bolívar | 92 |
| Engativa | 3601,24 |
| Fontibón | 18717,54 |
| Kennedy | 38 |
| La Candelaria | 1241 |
| Los Martires | 1700 |
| Puente Aranda | 345 |
| Santa Fe | 306 |
| Suba | 4563,46 |
| Teusaquillo | 245 |
| Usaquén | 8743,56 |
| Total | 60778,56 |

Tabla 12 Área Acumulada de Jardines Verdes Por Localidad

| Jardines Verticales | |
|---------------------|----------------|
| Localidad | Área (m2) |
| Bosa | 19,6 |
| Chapinero | 4621,34 |
| Engativa | 371,4 |
| Fontibón | 680,45 |
| Kennedy | 3 |
| La Candelaria | 123,67 |
| Los Martires | 325,8 |
| Puente Aranda | 168 |
| Rafael Uribe | 538 |
| San Cristóbal | 58 |
| Santa Fe | 279,65 |
| Suba | 389,86 |
| Teusaquillo | 344 |
| Usaquén | 935,35 |
| Total | 8858,12 |

Análisis en Conjunto

Se presentaron dificultades en la captura de información relacionada a las visitas para hacer registro de los Jardines Verticales y Techos Verdes, esta se originó por diversos factores que se enuncian a continuación:

- Dirección No Corresponde.
- Retirados.
- Edificios en Remodelación.
- No han sido instalados.
- No se permite la entrada.
- Se requieren trámites de visita y solicitud de permisos especiales.

En la ilustración 15 se muestra que de la totalidad de los registros presentes para Jardines Verticales, en la Ilustración 16 se muestra respectivamente para Techos Verdes en la base de datos.

Ilustración 15 Registro Jardines Verticales

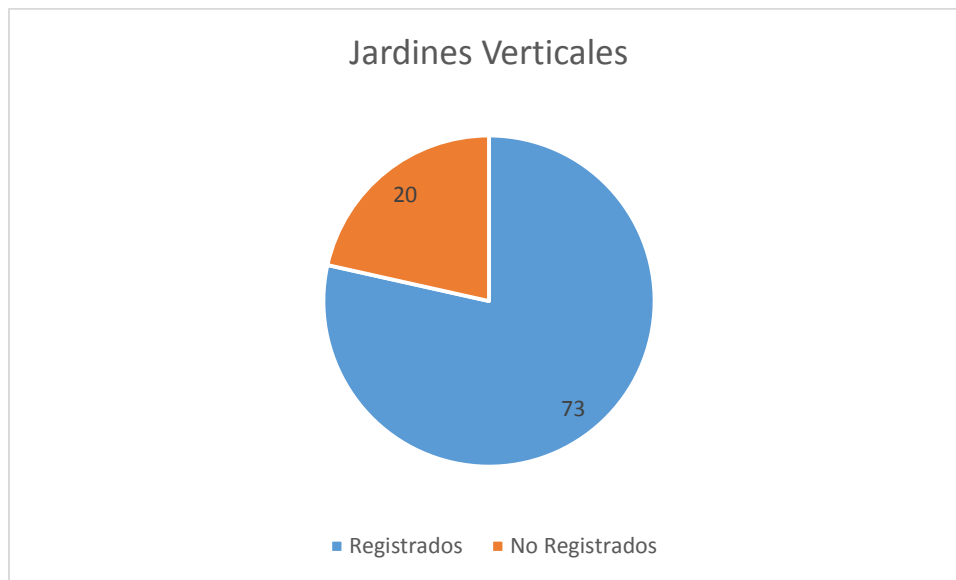
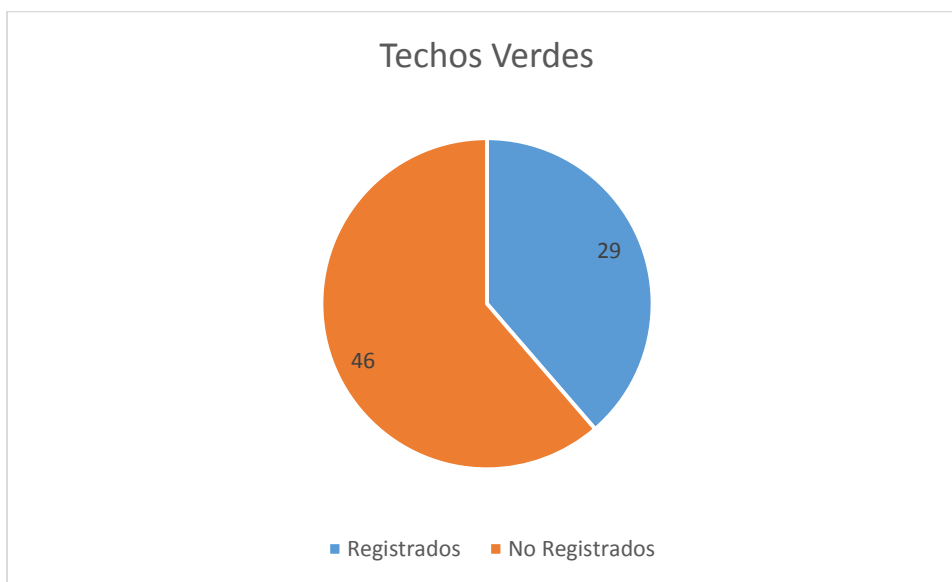


Ilustración 16 Registro Techos Verdes



Se encuentra que la concentración de Techos Verdes como se muestra en la Ilustración 17 se localiza en las localidades de Chapinero $18936,01 \text{ m}^2$, Fontibon $18717,54 \text{ m}^2$ y Usaquen $8743,54 \text{ m}^2$ la principal razón por la que se presenta este fenómeno corresponde al alto desarrollo empresarial con el que cuentan estas tres localidades, el uso de esta tecnología es ampliamente utilizado con la finalidad de crear ambientes verdes al interior de recintos urbanos, que permitan un mayor confort y aislamiento del tenso ambiente de la ciudad.

Ilustración 17 Área Verde de Techos Verdes Por Localidad

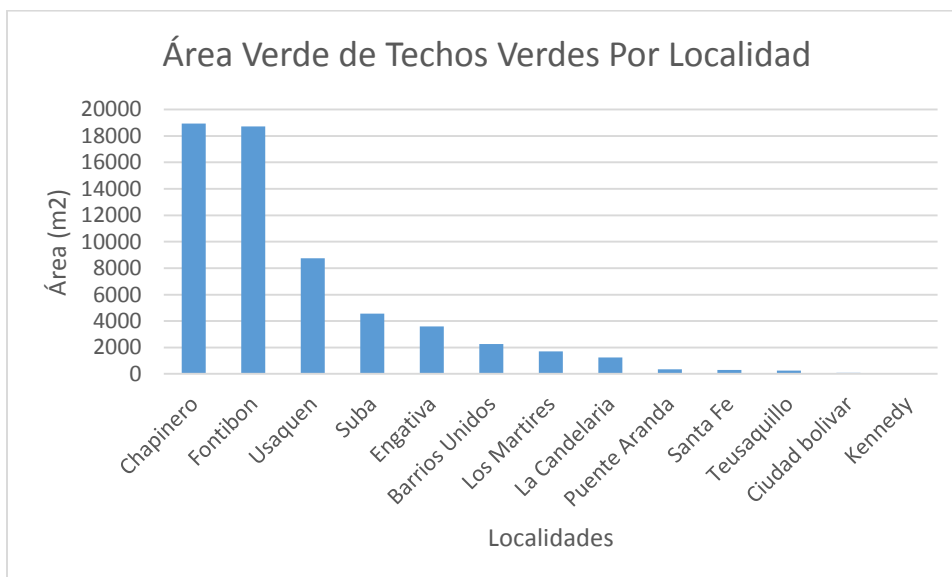
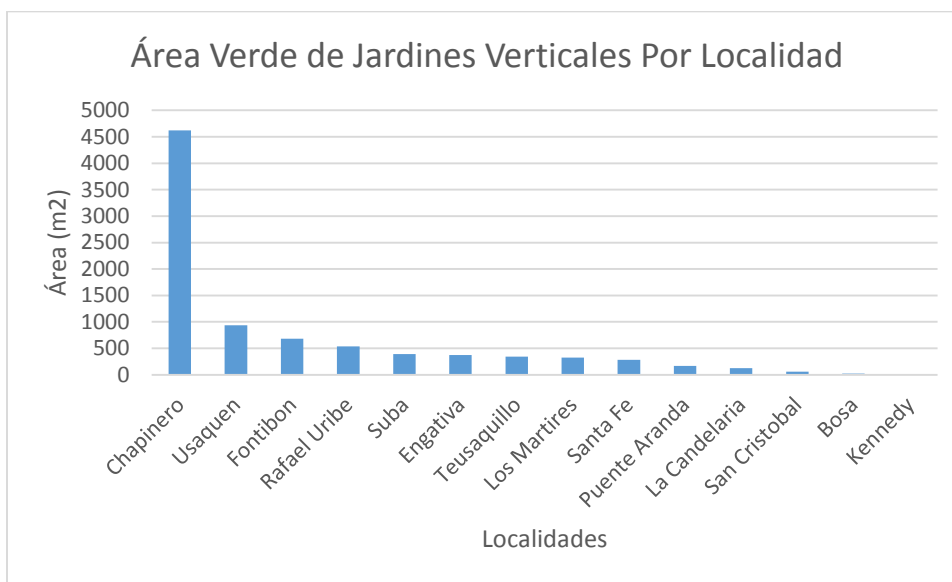


Ilustración 18 Área Verde de Jardines Verticales Por Localidad



En relación a los Jardines Verticales para la localidad de Chapinero se presenta un valor de $4621,34 \text{ m}^2$, seguido de Usaquen con $935,35 \text{ m}^2$ y Fontibón con $680,45 \text{ m}^2$, la instalación de esta tecnología se ha utilizado con el fin de embellecer las fachadas, su implementación en otras localidades se presenta en menor escala en relación a los costos de mantenimiento que requiere el metro cuadrado instalado.

Parcelas experimentales



Estas parcelas se instalaron en el complejo de cubierta verde que se encuentra distribuido entre los pisos del edificio correspondiente a la Secretaría Distrital de Ambiente, se emplearon cuatro (4) especies diferentes para estas mediciones, la empresa encargada del manejo de la cubierta JARDINEROS LTDA, fue la que desarrollo la instalación y mantenimiento de las mismas.



Ilustración 19 Cubierta Verde Secretaria de Ambiente Distrital



Se presentan en la siguiente tabla las especies que fueron implementadas en las mediciones:

Tabla 13 Especies Ensayadas

| Nombre Común – Nombre Científico | Fotografía |
|---|--|
| <p>Ajuga – Ajuga reptans.</p> |  |
| <p>Sedum – Sedum rubrotinctum.</p> |  |

| Nombre Común – Nombre Científico | Fotografía |
|---|--|
| Roseta, Greenovia sp |  |
| Ramilletes |  |

Teniendo en cuenta la naturaleza de las especies monitoreadas y el porte de las mismas se programan visitas cada dos (2) semanas con el fin de que los datos

tengan variaciones significativas para ser registradas. Como el crecimiento longitudinal y horizontal de las especies no se presenta de manera acelerada, se determinó que la mejor manera de evaluar el desarrollo y adaptación de estas especies correspondía a la supervivencia y a la floración.

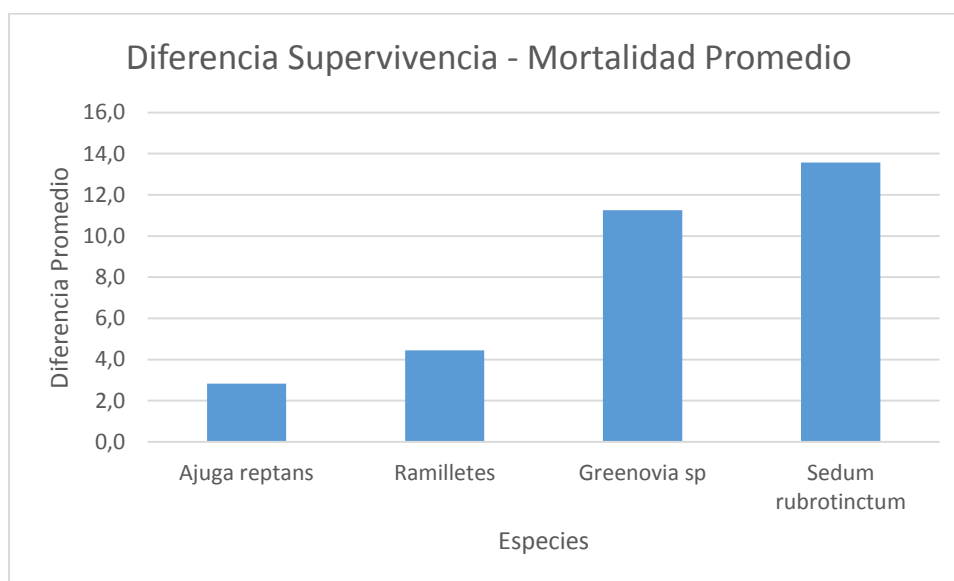
| Número de medición | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|-------------------|--------|-----------------|---------|---------|
| Azotea - Piso 5 | | | | | | | | | | |
| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ajuga reptans | 28 (0) | 28 (0) | 28 (1) | 28 (3) | 28(8) | 27 (4) | 25 (5) | 24 (6) | 28 (6) | 28 (5) |
| Sedum rubrotinctum | 24 (0) | 24 (0) | 24 (3) | 24 (0) | 24 (0) | 24 (6) | 24 (2) | 24 (3) | 24 (3) | 23 (5) |
| Greenovia sp | 21 (0) | 21 (0) | 19 (0) | 19 (0) | 15 (0) | 15 (0) | 15 (0) | 14 (0) | 13 (0) | 11 (0) |
| Ramilletes | | | | | | | | | | |
| Observación | Periodo de Sequia | | | | | | | | | |
| Número de medición | | | | | | | | | | |
| Piso 4 | | | | | | | | | | |
| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ajuga reptans | 36 (0) | 36 (0) | 36 (7) | 36 (12) | 36 (7) | 33 (0) | 31 (2) | 30 (0) | 36 (6) | 30 (5) |
| Sedum rubrotinctum | 36 (0) | 36 (4) | 36 (0) | 36 (5) | 36 (6) | 30 (0) | 29 (0) | 36 (8) | 29 (18) | 29 (16) |
| Greenovia sp | | | | | | | | | | |
| Ramilletes | 36 | 36 | 34 | 36 | 30 | 25 | 25 | 30 | 30 | 36 |
| Observación | Periodo de Sequia | | | | | | | | | |
| Número de medición | | | | | | | | | | |
| Piso 3 | | | | | | | | | | |
| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ajuga reptans | 30 (0) | 30 (2) | 30 (6) | 30 (5) | 30 (6) | 28 (4) | 24 (2) | 36 (0) | 34 (1) | 31 (4) |
| Sedum rubrotinctum | 55 (0) | 55 (4) | 55 (9) | 54 (10) | 50 (6) | 50 (9(| 50 (7) | 102 (10) | 85 (29) | 85 (15) |
| Greenovia sp | 87 (0) | 87 (0) | 87 (0) | 85 (0) | 75 (0) | 70 (0) | 69 (0) | 80 (0) | 102 (0) | 100 (0) |
| Ramilletes | 60 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 45 | 58 | 58 | 57 |
| Observación | | | | | | Periodo de Sequia | | Ataque de Gatos | | |

Acorde al procesamiento de la información y la revisión del material fotográfico compilado se establece lo siguiente:

Tabla 14 Resultados Promedio Por Especie

| Especies | Promedios (Sobrevivencia) | Promedios (Floración) | Promedio Totales Implementadas | Diferencia |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------|
| Ajuga reptans | 30,5 | 3,57 | 33,3 | 2,8 |
| Sedum rubrotinctum | 40,43 | 5,93 | 54,0 | 13,6 |
| Greenovia sp | 50,25 | 0 | 61,5 | 11,3 |
| Ramilletes | 43,55 | 0 | 48,0 | 4,5 |

Ilustración 20 Diferencia Supervivencia Promedio



En la tabla 14 se condensa el procesamiento de la información y se obtiene que en relación a la floración las especies *Ajuga reptans* y *Sedum rubrotinctum* presentan un fenómeno de floración intermitente lo que indica que tienen mayores promedios de adaptación a la cubierta verde. Para *Greenovia sp*, no se registro floración en ningún momento del monitoreo. En el proceso de recorridos correspondiente a la evaluación de los indicadores de Techos Verdes y Jardines Verticales se pudo evidenciar que esta especie florece bajo otra clase de arreglos de jardinería como se evidencia en la fotografía presente en la tabla 13. La especie de Ramilletes no presenta un cambio en relación a su floración.

La Ilustración 20 nos muestra que las especies con menores promedios de mortandad corresponden a *Aguja reptans* con 2,8 muertes en promedio y Ramilletes con 4,5 ; esto indica que son las más idóneas para instalar en los sistemas de cubiertas si se pretenden mantener una vegetación constante.

Conclusiones

- En la labor de actualización y fortalecimiento de la base de datos correspondiente al Observatorio Ambiental Distrital (OAD) se tiene como resultado que posterior a la aplicación de los filtros a la información obtenida de los proveedores de las tecnologías de infraestructura verde se identificaron 227 proyectos implementados, se hizo visita de 168 de estos y se pudo obtener alguna clase de registros con 102.
- Teniendo en cuenta las parcelas de monitoreo se establece que las especies con mejores condiciones paisajísticas para ser implementados en las tecnologías de Cubiertas verdes corresponden a *Ajuja* (*Ajuja reptans*) y *Deditos* (*Sedum rubrotinctum*), teniendo en cuenta que presentan una floración periódica que cuenta con un valor estético proporcionado por las tonalidades presentes en sus flores
- Si se pretende establecer una cobertura constante en las cubiertas verdes las especies más indicadas son *Ajuja* (*Ajuja reptans*) y Ramilletes teniendo en cuenta que fueron las que presentaron los menores valores de mortandad.
- Es necesario vincular más a la academia al trabajo investigativo en relación a tecnologías como lo es la infraestructura verde esta se presenta como una de las alternativas más acertadas para la adaptación y mitigación al cambio climático que se presenta como una realidad inexorable.

Recomendaciones

- Establecer un mecanismo de comunicación directa entre las empresas que prestan los servicios de diseño, instalación y mantenimiento de infraestructura vegetada con la Secretaría Distrital de Ambiente, esto con la finalidad de mantener una actualización constante de la información sobre los proyectos desarrollados en la ciudad.
- Hacer réplicas de la experimentación desarrollada con vegetación nativa, garantizando el número de individuos necesarios para poder generar las repeticiones necesarias y poder establecer conclusiones acertadas sobre cómo responden estas especies a su inclusión en las cubiertas vegetales de la ciudad.
- Mediante procesos de cooperación con otras entidades públicas fomentar la implementación de este tipo de tecnologías en localidades que cuentan con poca presencia de estas iniciativas.
- Realizar un censo de empresas de jardinería y paisajismo que se encuentran implementando este tipo de tecnologías puesto que muchas se trabajan estas alternativas por fuera de la agremiación Recive, lo que implica que no se tenga en cuenta algunos de los registros existentes.

Bibliografía

- Ambiente, S. D. (2015). *Techos Verdes y Jardines Verticales Guía Practica*. Bogotá D.c: Secretaria Distrital de Ambiente.
- Ambiente, S. D. (10 de Mayo de 2016). *Ecourbanismo*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/ecourbanismo1>
- Blanc, P. (14 de Mayo de 2016). <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>. Obtenido de <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/documents>
- Carrió, J. M. (2005). La Evolución De Los Sistemas Constructivos En La Edificación. Procedimientos Para Su Industrialización. *Informes De La Construcción*, 37 - 54.
- Carvalho, J. (1993). *Padroes de sustentabilidade: Uma medida para o desenvolvimento sustentável (mimeo)*. Curitiba.
- Consejo de Bogotá D.C. (2009). *Proyecto de Acuerdo No. 386 de 2009*. Bogotá .
- D.C, A. M. (2014). *Política Pública De Ecourbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá*. Bogotá: Exprecards S.A.S.
- Desarrollo, C. M. (1987). *Nuestro Futuro Común. Informe Bruntland*. Organización Naciones Unidas (ONU).
- Echavarría, H. (13 de Mayo de N.F). *Diseño de Cuadrado Latino (DCL)*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://unalmed.edu.co/~jarueda/cuadro.pdf>
- European Commission. (2013). *Building a Green Infrastructure for Europe*. Belgium: European Union.
- Forest Research. (2010). *Benefits Of Green Infrastructure. Report by Forest Research*. Farnham.
- IDEAM. (2010). Primera y Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático . (pág. 447). Bogota: Editorial Scripto Ltda.
- Jardines De Sevilla. (N.F). El Jardín Mesopotámico Los Jardines Colgantes De Babilonia. <http://www.jardinesdesevilla.es/hisojardinaria/jardinesmesopotamia.pdf>. Recuperado 10/05/2016.
- Landscape Institute. (2013). *Green Infrastructure: An Integrated Approach To Land Use*. Londres: Landscape Institute.
- Minke, G. (2012). Techos Verdes: Planificación, Ejecución, Consejos Prácticos. *Editorial Fin de Siglo*, 88.
- Montoya, D. R. (2005). Geología De La Sabana De Bogotá. *Instituto Colombiano de Geología y Minería. INGEOMINAS*.

- Navarro Portilla, J. (2013). Los Jardines Verticales En La Edificación. *Escuela Técnica Superior Ingeniería De Edificación. Universitat Politècnica De València*, 77.
- Organización Naciones Unidas. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Rio de Janeiro.
- Planeación, S. D. (Julio de 2009). *Secretaría Distrital de Planeación*. Obtenido de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/Publicaciones_SDP/21_bogota_%20D_C_monografia_jul_2009.pdf
- Recive. (31 de Enero de 2016). Material Curso Techos Verdes. Bogota.
- Simon, J. (2015). Eco - Cities And Sustainable Urbanism. University Of Westminster, London. UK. *In: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd edition, Vol 6. Elsevier, Oxford*, 829-837.
- Toronto City Council. (2009). *Toronto Green Roof Construction Standard*. Toronto: LiveGreen Toronto.
- UNISDR. (2005). Marco De Acción de Hyogo para 2005 - 2015. . *Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.*, 25.
- Vintimilla Pelaez, C. G. (2013). *Uso de Materiales Para Jardines Verticales En Espacios Interiores*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Viveca, V. (2012). *Organicismo y Arquitectura de Frank Lloyd Wright*. Universidad San Pedro De Sula. Historia de la Arquitectura IV.
- Zielinsky, S., García Collante, M. A., & Vega Paternina, J. C. (2012). Techos Verdes: ¿Una Herramienta Viable Para la Gestión Ambiental en el Sector Hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Revista Gestión y Ambiente*, 14.
- Zuñiga Palma, H. (2009). Elaboremos Un Estudio De Impacto Ambiental. *Documento Técnico*, 194.