

El verde en vertical, lineamientos para su diseño, construcción e implementación

Green in vertical, guidelines for its design, construction and implementation

Esp. Arq. María Renata Gatti G.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5649-5761>

Correo-e: arqpaisajista.fau.rg@gmail.com

Recibido: Junio 12/2024 / Aceptado: Agosto 5/2024

Resumen

Una de las consecuencias del crecimiento desmedido de las ciudades contemporáneas es la considerable disminución de sus áreas verdes y el aumento general de las temperaturas. Por ello en este trabajo se plantea una indagación sobre el aporte que podría ofrecer a la ciudad, a la edificación y a las personas la implantación de superficies verdes, específicamente jardines verticales (estos se entienden como una estructura, muro, reja, fachada o pared parcial o totalmente cubierta por vegetación). Con este propósito fueron estudiados algunos jardines verticales ubicados en la ciudad de Caracas y se aplicó una metodología que permitió entender que el desarrollo de un proyecto de arquitectura paisajista para un jardín vertical no depende solamente de su diseñador, sino que responde a un conjunto de experiencias que vienen dadas por todo el grupo de personas que intervienen en su concepción, diseño, ejecución y mantenimiento para obtener un resultado de óptima calidad. A partir de estas dos vertientes se desarrollaron algunos lineamientos generales que permitan establecer parámetros para evaluar y seleccionar sistemas y especies vegetales, pertinentes y adecuadas para la ejecución de jardines verticales considerando las condiciones particulares del lugar porque cada proyecto es único e irrepetible.

Descriptor

Jardín vertical; proyectos de arquitectura paisajista.

Abstract

One of the consequences of the excessive growth of contemporary cities is the considerable decrease in their green areas and the general increase in temperatures. For this reason, this work proposes an investigation into the contribution that the implementation of green surfaces, specifically vertical gardens, could offer to the city, the building and the people (these are understood as a structure, wall, fence, facade or wall). partially or totally covered by vegetation). For this purpose, some vertical gardens located in the city of Caracas were studied and a qualitative action research-type methodology was applied that allowed us to understand that the development of a landscape architecture project for a vertical garden does not depend only on its designer, but also responds to a set of experiences that are given by the entire group of people involved in its conception. From these two aspects, some general guidelines were developed that allow landscape architects to establish parameters to evaluate and select plant systems and species, relevant and appropriate for the execution of vertical gardens considering the particular conditions of the place because each project is unique and unrepeatable.

Descriptors

vertical garden; landscape architecture projects.

El crecimiento desmedido de las ciudades y, en consecuencia, la pérdida de grandes extensiones de áreas verdes ha llevado a un aumento considerable de problemas ambientales: “se observan desequilibrios en los ciclos atmosférico, hidrológico, energético, de materia orgánica y residuos, así como problemas edificatorios, salubres y sociales” (Higueras, 1997, p. 25) porque las ciudades no están acondicionadas para acoger este crecimiento descontrolado. Esta problemática plantea la necesidad de encontrar posibles soluciones y alternativas para compensar esas áreas verdes perdidas, buscando desarrollar una arquitectura que responda de manera más eficiente a las condiciones ambientales con menor consumo energético, promoviendo mayor armonía entre la naturaleza y el hábitat humano.

Desde esa búsqueda se muestran en este artículo los resultados de un estudio sobre los jardines verticales, con sus potencialidades y restricciones, como forma de restituir y compensar las áreas verdes que han sido ocupadas por edificaciones y mejorar la calidad de algunos entornos construidos carentes de vegetación. Inicialmente se plantearon las siguientes interrogantes:

- ¿Qué pueden aportar los jardines verticales al entorno construido y a la edificación en los proyectos de arquitectura paisajista?
- ¿Por qué es importante la inclusión de jardines verticales en espacios carentes de vegetación?
- ¿Qué criterios deben ser tomados en cuenta a la hora de crear un jardín vertical?

Como respuesta a estas inquietudes fueron abordados los antecedentes históricos del uso de la vegetación en las edificaciones considerando que desde épocas primitivas la vegetación estuvo integrada a las edificaciones, no como un elemento estético, sino como un elemento funcional de protección frente a las altas como a las bajas temperaturas.

A continuación, fueron estudiados los diferentes sistemas de jardines verticales, conside-

rando ventajas y desventajas y analizando su aporte al entorno.

La metodología de investigación utilizada se basó en el estudio de diversos casos y desde la experiencia de los actores involucrados.

Por último se generaron los lineamientos que permitirán a los arquitectos paisajistas seleccionar, uso y tipo de materiales, sistemas constructivos, escogencia de sustratos y especies vegetales con criterios adecuados al lugar donde será desarrollado y consolidado el jardín vertical.

Resulta determinante destacar que a partir del momento en que se toma la decisión de incorporar uno de estos elementos a una edificación, desde su diseño inicial, pasando por su ejecución y programa de mantenimiento, deben ser tomados en cuenta estos lineamientos referidos a los elementos de soporte, contención y de alimentación, los drenajes, la iluminación, los sustratos, las especies botánicas y el mantenimiento, siendo muy importante tener en cuenta que su aplicación debe ser adaptada en cada caso porque cada jardín vertical es único y da respuesta a una situación particular.

Inspiración: apoderamiento del Verde

A través de la historia el uso de la vegetación en las edificaciones se ha destacado por su rol protagónico siendo Egipto y Mesopotamia los primeros lugares donde se estima fueron creados los primeros jardines. La primera referencia de estos son los míticos Jardines Colgantes de Babilonia descritos por el geógrafo griego Estrabón en el siglo I a. C.: “(...) consta de terrazas abovedadas alzadas unas sobre otras, que descansan sobre pilares cúbicos. Estas son ahuecadas y rellenas con tierra para permitir la plantación de árboles de gran tamaño” (Coulton, 2008).

Otra tipología de superficies verdes la encontramos en la denominada Arquitectura Ver-

nácula con sus techos verdes producto de las precarias condiciones de algunas regiones en las cuales el uso de barro y madera como recurso para construir sus edificaciones dieron paso al crecimiento espontáneo de especies vegetales sobre sus cubiertas, proceso que contribuyó a moderar los cambios de temperatura para aislar del frío como en los casos de Islandia, Escandinavia, Estados Unidos o Canadá, y en otros como o como aislante de altas temperaturas en Tanzania, por ejemplo. Esta arquitectura, dentro de sus carencias y poco desarrollo, junto con una alta adaptación, integración y respeto por el ambiente dio respuesta a las necesidades de protección y abrigo del ser humano de entonces.

Por otra parte, durante el período gótico a mediados del siglo XII, gran cantidad de muros, iglesias, palacios y patios se cubrían con guirnaldas y tramos florales con el fin de aligerar la mampostería de la arquitectura y darle a su vez color.

A partir del siglo XV hay mayor auge de los jardines que se conciben como una continuidad armónica de los edificios y estructuras.

Para el movimiento moderno en Europa, a comienzos del siglo XX se utilizaron plantas trepadoras en algunas edificaciones con el objetivo de crear una transición entre la casa y el jardín, y más tarde, fueron utilizadas cubiertas vegetales en algunos proyectos como *La Petite Maison*, construida en los años 1923-1924 por el arquitecto Le Corbusier en Corseaux, Vevey, Suiza.

A finales de los años ochenta el botánico francés Patrick Blanc diseña un sistema hidropónico para crear jardines verticales en forma de muro vegetal, siendo un sistema compuesto por un medio inerte sobre el cual se desarrollan múltiples especies vegetales. Sobre ellos Towers (2014) indica que este sistema se puede instalar en cualquier pared, sin limitaciones de tamaño y altura, ya que este tipo de jardín vertical, incluyendo las plantas y la estructura de soporte (compuesta de tres partes: una es-

tructura metálica, una capa de PVC y una capa de fieltro especial), tiene un peso inferior a 30 kilogramos por metro cuadrado.

Ya recientemente, durante los últimos 20 años, los jardines verticales, muros, paredes y/o envolventes vegetales han sido construidos con éxito a nivel mundial siendo utilizados como elementos estéticos, reguladores de temperatura, aislantes o como huertos verticales, y si bien ajustarlos a parámetros de sostenibilidad no es una tarea fácil ni económica, con la selección correcta del sistema a emplear a largo plazo podrían ofrecer beneficios y ser un aporte importante frente a los problemas del ambiente, ya que las áreas verdes son uno de los factores de mayor impacto para medir la calidad de vida de una ciudad.

Roto el equilibrio de la naturaleza, es necesario recomponer ese equilibrio a través del uso de la vegetación: “La ciudad levantó a veinte metros de altura, unas enfrente de otras, las pantallas de sus casas. Habían subsistido los árboles, el césped, pero se edificó encima. Hay que reconquistar los horizontes, hay que volver a plantar árboles” (Le Corbusier, 2008).

En este marco, consideramos que el aporte principal de esta investigación es el de ofrecer los lineamientos básicos que permitan a arquitectos paisajistas seleccionar sistemas y especies vegetales para el diseño y la construcción de jardines verticales, así como establecer protocolos para su mantenimiento y conservación, compensando un porcentaje de las áreas verdes que las construcciones han eliminado.

Entendimiento: conociendo el Verde

El diseño de superficies verdes, tales como techos y jardines verticales son una forma de incorporar vegetación a las edificaciones e incrementar espacios vitales para plantas y animales. En el análisis realizado sobre las potencialidades y restricciones asociadas a la implementación de estos sistemas se pudo

observar que son más los beneficios que las desventajas (cuadro 1). Además, con la participación de todos los actores que deben estar involucrados desde su diseño inicial, hasta la

ejecución y programa de mantenimiento del mismo, se puede apostar a su perdurabilidad en el tiempo, y establecer parámetros de sostenibilidad.

Cuadro 1. Potencialidades y restricciones de la implementación de superficies verdes

Potencialidades	Restricciones
1. Reducción de las islas de calor urbano	1. Añaden peso a la estructura
2. Producción de oxígeno y consumo de CO2	2. Requieren constante mantenimiento.
3. Mejoran la calidad del aire: limpieza y reducción de polvo.	3. Altos costos de implementación.
4. Reducción de superficies duras y pavimentadas	4. Diseño particular para cada situación
5. Regulación de la temperatura.	5. Problemas por mala instalación
6. Regulación de la humedad	6. Deben adaptarse al microclima.
7. Protección de la membrana impermeable.	7. Por su condición de ser elementos artificiales requieren atención especial en cuanto a los nutrientes, sustratos, y requerimientos hídricos entre otros.
8. Efecto de aislación térmica. Ahorro energético.	
9. Aislación acústica.	
10. Protección contra incendios.	
11. Capacidad de retención de agua, retardo temporal de la escorrentía de aguas pluviales.	
12. Agricultura urbana.	
13. Espacios verdes con uso recreativo.	
14. Efectos estéticos y psicológicos. Salud y terapia hortícola	
15. Habitat y biodiversidad.	

Fuente: elaboración propia.

Los jardines verticales (imagen 1), atendiendo a las características de su sistema constructivo, se pueden clasificar de la siguiente manera:

fachadas vegetales tradicionales, muros enrejados, mallas y tensores, muros con sustratos de soporte y muros con sistemas hidropónicos:

Imagen 1. Tipos de jardines verticales atendiendo a sus sistemas constructivos

Fachada vegetal tradicional



Fuente: <https://matadornetwork.com/life/10-powerful-images-mother-earth-retaking/>

Ejemplo de fachada de doble piel vegetal con enrejados, mallas y tensores. Ayuda a reducir la absorción solar. Edificio Consorcio, Santiago de Chile.



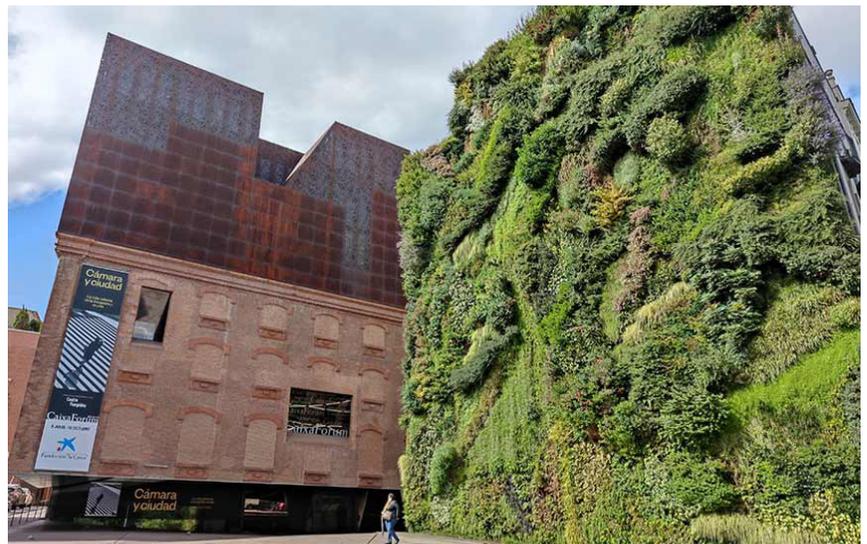
Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/02-14392/edificio-consorcio-sede-santiago-enrique-browne-borja-huidobro>

Ejemplo de muro vivo. Manto y malla fijado directo a pared



Fotografía: Renata Gatti.

Caixaforum, Madrid: muros con sistemas hidropónicos



Fuente: https://caixaforum.org/es/madrid/p/visita-comentada-conoce-caixaforum-madrid_a26462537

Fachadas vegetales tradicionales: “En las fachadas vegetales tradicionales, las plantas tienen sus raíces en el suelo y crecen desde ahí. Las plantas utilizan una superficie vertical, como una pared, para apoyarse, pero no reciben ningún tipo de humedad y nutrientes de ella” (Carrera, 2011, p. 51).

Enrejados, mallas y tensores: se emplean plantas trepadoras o colgantes cuyas raíces se encuentran en el suelo o sustrato y que utilizan como apoyo rejas existentes, mallas dispuestas específicamente para proporcionarles soporte o sistemas más elaborados de tensores ajustados a las fachadas de las edificaciones. Ejemplo: Edificio Consorcio, Santiago de Chile.

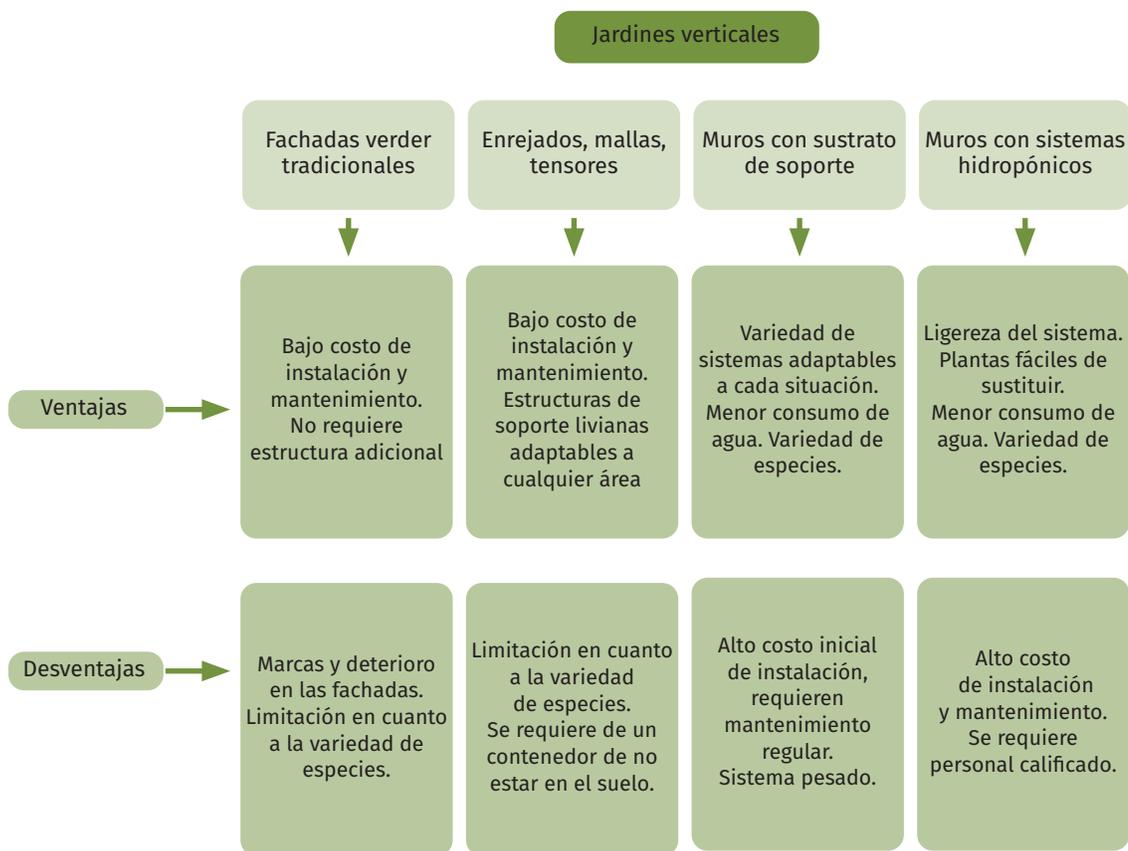
Muros con sustrato de soporte: llamados también muros vivos, son sistemas que pueden

estar adosados a las paredes bien sea fijando materiales como geotextiles con bolsillos sobre un marco metálico estructural directamente, o bien pueden ser módulos estructurales prefabricados fijados a ellas.

Muros con sistemas hidropónicos: sistema que se considera innovador ya que las plantas crecen sobre un medio de cultivo no biológico, y por consiguiente su peso es menor que el de los sistemas tradicionales, siendo esta cualidad una ventaja a la hora de su instalación. Ejemplo: Jardín vertical con sistema hidropónico diseño de Patrick Blanc, Caixaforum, Madrid.

Cada uno de estos sistemas de jardines verticales presentan ventajas y desventajas las cuales fueron analizadas y se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación general de los sistemas de jardines verticales. Ventajas y desventajas



Elaboración propia.

Otras consideraciones importantes a la hora de concebir jardines verticales son las asociadas a factores físicos, bióticos y socioculturales (cuadro 3).

De la misma forma en que la correcta selección de especies y el sustrato son fundamentales para el desarrollo y buen término de estos sistemas, para la creación de jardines verticales

Cuadro 3. Consideraciones para la implementación de un jardín vertical

Consideraciones de carácter	AMBIENTAL
	Insolación: Orientación, intensidad y duración
	Precipitación: Anual y mensual, eventos al año
	Temperatura promedio
	Humedad relativa
	Vientos: Velocidad y dirección
	Riesgos ambientales
	Vulnerabilidad del contexto
Consideraciones de carácter	FUNCIONAL
	Compatibilidad del sistema con la edificación
	Propósito del sistema
	Sistema de soporte
	Suministro hídrico
Consideraciones en relación con la	VEGETACIÓN
	Calidad y tipo de sustrato
	Crecimiento y reproducción
	Requerimientos hídricos
	Requerimientos nutricionales
	Sistema radicular
	Caducidad del follaje
	Resistencia a la sequía
	Consideraciones cromáticas y de textura
Consideraciones de carácter	SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICO
	Percepción del usuario
	Normativa (si existe)
	Disponibilidad de recursos y materiales en el mercado local
	Mano de obra calificada
	Presupuesto disponible
	Costos de mantenimiento

Fuente: elaboración propia a partir de material de la profesora Glenda Yépez para el Seminario: Superficies verdes, techos verdes.

se consideran tres elementos principales: los elementos climáticos, los elementos estructurales y los orgánicos (cuadro 4).

La ubicación y la orientación son los elementos climáticos que determinan el grado de insolación que recibirá el jardín vertical y deben ser considerados al momento de la selección de las especies (imagen 2). Por su parte, el sustrato es otro elemento que varía de acuerdo con el sistema que va a contener a la planta y debe reunir algunas propiedades para el desarrollo favorable de las especies, tales como son: la retención de humedad y capilaridad para permitir la distribución del agua y los nutrientes de forma pareja, también debe ser poroso para permitir la aireación de las raíces

y ser liviano para no adicionar peso innecesario a la estructura.

Ideación: modelando el Verde

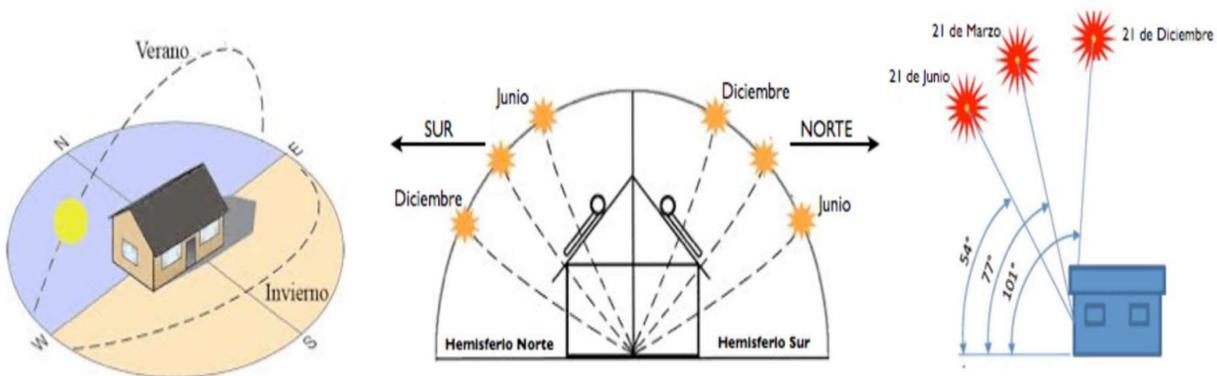
Como ya fue mencionado, mejorar el microclima es mejorar la calidad de vida de los individuos y sus comunidades, no solo desde el punto de vista ambiental sino también desde el punto de vista psicológico y social, y esto es posible incorporando superficies verdes al entorno construido, siendo los muros vegetales una forma de aprovechar espacios interiores y exteriores carentes de vegetación. Sin embargo, es importante reconocer que si bien estas su-

Cuadro 4. Clasificación de los elementos a considerar de los jardines verticales

<p>ELEMENTOS CLIMÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicación ▪ Orientación ▪ Insolación ▪ Temperatura ▪ Vientos 	+	<p>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contenedores ▪ Bolsillos ▪ Prefabricados 	+	<p>ELEMENTOS ORGÁNICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustratos
---	---	--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2. Trayectoria solar



Fuente: <http://blog.about-haus.com/mejororientacion-para-tu-casa/>

perfiles ofrecen muchas ventajas, también tienen limitaciones, por lo cual es necesario generar lineamientos que orienten a los arquitectos paisajistas para que estos jardines verticales sean viables y perduren en el tiempo.

Para esta investigación fueron evaluados como casos de estudio diversos jardines verticales y se hicieron entrevistas a diferentes actores clave involucrados en la realización de estos jardines (clientes-propietarios, especialistas y jardineros) que en conjunto nos permitieron generar los lineamientos resultado de la investigación y cuyos pasos aquí detallamos.

Se realizó una investigación de campo, evaluativa, de corte investigación-acción, cuyo “precepto básico es que debe conducir a cambiar y por tanto, este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene” (Hernández et al., 2014, p. 496), siendo sus tres fases esenciales: “(. . .) observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos),

pensar (analizar e interpretar) y actuar (resolver problemáticas e implementar mejoras)” (Stringer, 1999).

A partir de la evaluación de los diferentes casos y de la experiencia de los diferentes actores participantes, se pudieron recoger diversos aspectos fundamentales para hacer más viables y sostenibles en el tiempo estos sistemas de jardines verticales (imagen 3).

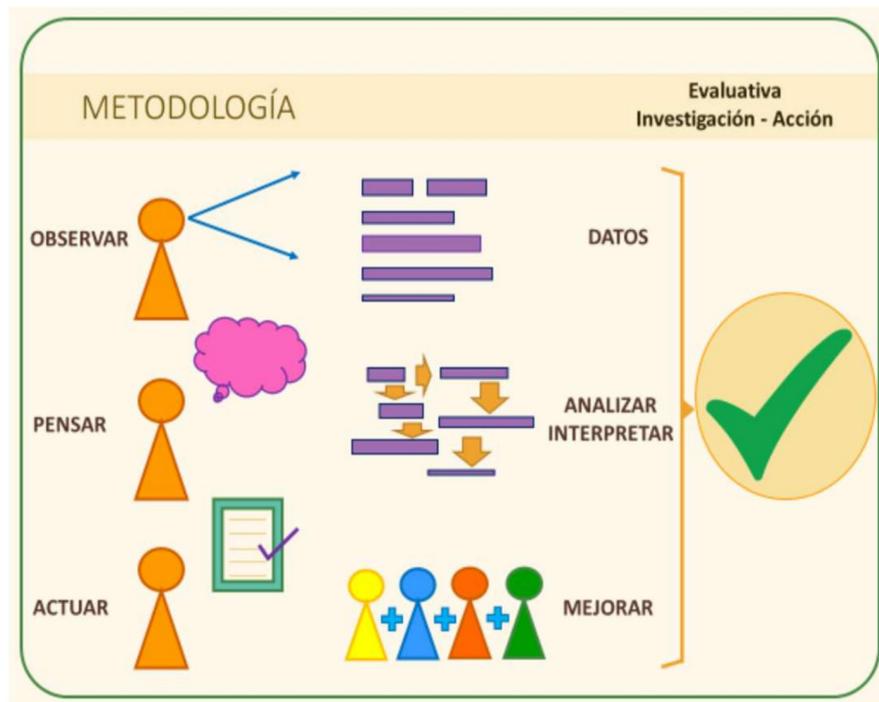
Esta investigación fue realizada en dos etapas: una primera etapa de carácter diagnóstico y una segunda etapa que fue la de diseño.

Etapa 1: Investigación de campo

- Levantamiento de información sobre los casos de estudio
- Observación periódica y directa de los casos de estudio
- Entrevista a los actores clave

Etapa 2: Lineamientos para el diseño y la implantación de los jardines verticales (aspectos contemplados y que deben ser debidamente ajustados a cada situación particular):

Imagen 3. Metodología evaluativa de corte investigación-acción



Fuente: Elaboración propia.

- Elementos de soporte
- Elementos de contención
- Elementos de alimentación
- Drenajes
- Iluminación
- Sustratos
- Especies botánicas
- Mantenimiento

Desenlace: disfrutando el Verde

Los casos de estudio y sus actores clave

Para el análisis de la información se evaluaron cuatro casos de estudio y sus actores clave. Los jardines verticales seleccionados están ubicados en la ciudad de Caracas y tienen características similares en cuanto a sistemas constructivos, sustratos y selección de especies botánicas.

Caso 1: Edif. 10. 1, vivienda multifamiliar, Urb. Altamira, año de ejecución 2017.

Caso 2: Centro Financiero Madrid, edificación empresarial, año de ejecución 2017.

Caso 3: Residencia privada, vivienda unifamiliar, Urb. Country Club, año de ejecución 2017.

Caso 4: Edificio Bancaribe, Edificación empresarial, Urb. Las Mercedes, año de reestructuración 2017.

Los actores clave son aquellos que se involucraron en el proceso de diseño, implementación o construcción y mantenimiento. Este grupo lo integran los propietarios, ingenieros y/o arquitectos proyectistas, técnicos instaladores de los diversos sistemas de iluminación riego y drenaje y los jardineros encargados de la siembra y el mantenimiento de los jardines verticales.

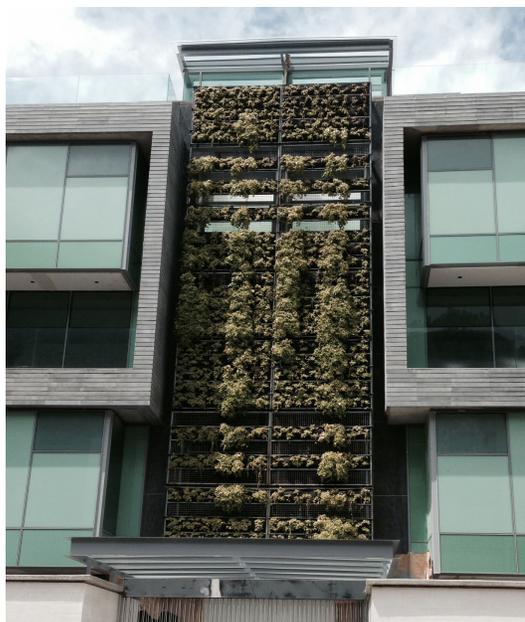
Caso 1-Edif. 10. 1, vivienda multifamiliar, Urb. Altamira: El proyecto de jardín vertical se encuentra desarrollado en el centro de la fachada principal de la edificación, dispuesto sobre una estructura metálica constituida por marcos y contramarcos para el soporte de los elementos contentivos de las plantas y confor-

mado por dos capas de manto geotextil y una capa de malla plástica, además de un sistema de riego automático por goteo. Como sustrato se empleó tierra negra aligerada con fibra de coco y concha de arroz.

Inicialmente el proyecto presentaba unas aberturas tipo ventanas las cuales posteriormente fueron cubiertas con manto y malla quedando una pared cubierta de vegetación en su totalidad. Además, sobre el diseño original se insertaron unas bandas de vegetación para incluir color dentro de la pared.

Por tratarse de un elemento de gran altura y de difícil acceso, como parte del proyecto inicial se diseñó una escalera tipo mariner para facilitar el agarre del arnés y poder realizar el mantenimiento regular, pero esta escalera no fue construida y como consecuencia se deben montar seis cuerpos de andamios cada vez que se realiza alguna acción, bien sea para la revisión y ajuste del sistema de riego, o para mantenimiento general, poda o fumigación. Su mantenimiento se realiza una vez al mes (imagen 4).

Imagen 4. Jardín vertical en la fachada propuesta original



Fuente: Fotografía Renata Gatti.

Caso 2-Centro Financiero Madrid: El proyecto consiste en una pared vegetal soportada sobre una estructura metálica adosada a la pared que hace de lindero en la cara oeste de la edificación. Se encuentra totalmente a la vista ya que ese es el sentido de la vía.

Se desarrolla sobre una estructura metálica a la cual se fijó una malla reticulada y tornillos para colocar un contramarco y poder fijar los mantos y la malla que contienen las especies. La función de esta pared es meramente decorativa y posteriormente tendrá adosado un cristal de 4 m² mostrando las iniciales de la torre.

El diseño está conformado por cuadros de diferentes especies resistentes ya que se encuentra expuesto en la calle sin ninguna protección. Posee un sistema de riego por goteo totalmente automatizado y el sustrato empleado es tierra aligerada con fibra de coco y concha de arroz. El mantenimiento se realiza una vez al mes (imagen 5).

Caso 3-Residencia privada, Urb. Country Club: Esta residencia cuenta con cuatro muros vegetales ubicados en tres de sus fachadas

internas. El muro que se muestra se encuentra ubicado en un pasillo posterior en la cara oeste de la casa donde se desarrollan algunas actividades privadas. El sistema constructivo empleado consiste en una pared impermeabilizada con friso hidrófugo y pletinas aseguradas con ramplugs y tornillos para fijar los mantos y la malla. Dispone de un sistema de riego por goteo automatizado. Este jardín cuenta en su base con una jardinera que recoge el excedente de agua, aunque al poseer un sistema de riego por goteo hay un ahorro importante de agua. El mantenimiento se divide en dos fases: una sencilla y frecuente que se hace regularmente y otra que se realiza de forma mas profunda una vez al mes (imagen 6).

Caso 4-Edificio Bancaribe, Urb. Las Mercedes: se trata de un edificio ubicado al comienzo de la Av. París de la Urb. Las Mercedes, al norte del municipio Baruta, zona que actualmente se ha convertido en urbanización mayormente comercial y empresarial.

El Edificio Bancaribe consta de una planta baja, una mezzanina y dos niveles de oficinas

Imagen 5. Jardín vertical en la fachada del Centro Financiero Madrid



Fuente: Fotografía cortesía del Ing. Enrique Blanco.

Imagen 6. Jardín vertical



Fuente: Fotografía cortesía del Ing. Enrique Blanco.

privadas más una terraza donde se ubican salas de reuniones y unos espacios descubiertos utilizados como lugar de esparcimiento.

Los niveles 1 y 2 presentan en tres de sus caras (norte, este y oeste) una “doble fachada” para proteger las fachadas de vidrio, entre las cuales se generan unos espacios de doble altura donde se desarrollan tres patios internos cubiertos por unas pérgolas de concreto que permiten la entrada de luz. Las oficinas del piso 1 tienen acceso a los jardines y las oficinas del piso 2 presentan sus vistas hacia esos espacios. Estos patios presentan un jardín en la base sobre una losa invertida la cual no contiene tierra, todas las plantas están dispuestas en contenedores y aliven. Cada patio tiene en la fachada una pared vegetal fijada a la estructura interna de la misma.

Al momento de la reestructuración de los muros y jardines se encontró una estructura original que consistía en un bastidor de madera sobre el cual estaba fijada una lámina de plástico grueso de color negro y sobre ella, atornillado al bastidor, un manto geotextil. El sistema de riego estaba instalado en la parte de atrás del manto con un sistema por aspersión, luego modificado y convertido en sistema de mangueras por goteo para hacerlo más eficiente en cuanto al uso del agua.

Entre los casos estudiados para este trabajo, este es el proyecto de mayor tamaño, cuya

propuesta de diseño fue la colocación de una estructura metálica compuesta por marco y contramarco para fijación de los mantos y malla, contruidos por módulos equivalentes y fijados a la estructura metálica de la fachada, siendo desmontables de forma individual para solventar cualquier eventualidad.

El sistema de riego inicialmente estaba construido con tuberías rígidas y aspersores, que fueron desmontados, dejando el sistema de válvulas original al cual se le hizo mantenimiento y los ajustes necesarios para poder adaptarle el nuevo sistema con mangueras flexibles y goteros.

La propuesta para este jardín vertical consistió en reponer las especies faltantes con especies adecuadas al lugar, poda y fertilización de las existentes y optimización del sistema de riego cambiando los difusores y colocando mangueras flexibles con goteros a la vista.

En este jardín se conservó la estructura existente y los espacios vacíos fueron reforzados en algunos casos con las mismas especies existentes y en otros con especies propuestas en cada una de las fachadas (norte, este y oeste).

En todas las caras del jardín fue conservada la estructura original, siendo modificado el sistema de riego para la optimización del recurso. El mantenimiento de estos jardines se realiza una vez al mes (imágenes 7, 8 y 9).

Imagen 7. Jardín vertical. Patio norte



Fuente: Fotografía Renata Gatti.

Imagen 8. Jardín vertical. Patio este



Fuente: Fotografía Renata Gatti.

Imagen 9. Jardín vertical. Patio este



Fuente: Fotografía Renata Gatti.

Componentes de un jardín vertical

Los componentes de un jardín vertical fueron discriminados en componentes inorgánicos y componentes orgánicos, los primeros referidos a elementos de soporte, contención, alimentación, drenaje e iluminación, y los segundos correspondientes a sustratos, material botánico, alimentación y control de plagas.

Componentes inorgánicos

Elementos de contención

Manto geotextil: Material sintético formado por fibras poliméricas permeables.

Ventajas: Permite contener sustratos, material botánico y humedad.

Desventajas: Se rasga con el peso.

Manto geotextil malla plástica: Material sintético formado por fibras poliméricas. Malla plástica sobrepuesta al manto geotextil.

Ventajas: Permite contener sustratos, material botánico y humedad. La malla plástica evita el rasgado del manto y añade resistencia.

Manto geotextil bandeja metálica: Estructura metálica con bandejas en malla electrosoldada que contienen una capa de manto geotextil.

Ventajas: Pueden contener suficiente sustrato, material botánico y humedad.

Desventajas: Se desprende la malla por peso de las plantas.

Tridilosa con contenedores: Estructura metálica modulada con algún contenedor de soporte en cada módulo.

Ventajas: Facilita la reposición del material botánico.

Desventajas: El sistema de riego debe ser individual para cada contenedor lo cual incrementa los costos.

Elementos de alimentación

Riego manual: Puede ser un sistema instalado y accionado de forma manual o hecho con una manguera por una persona.

Desventajas: No permite control del volumen de agua ni del tiempo de riego.

Riego automatizado: Sistema que posee controlador, temporizador y eventualmente dosificador.

Ventajas: Permite el ahorro del recurso hídrico.

Desventajas: Requiere mantenimiento regular.

Riego por goteo: Sistema de mangueras perforadas con goteros dosificadores cada 30 cm aproximadamente.

Ventajas: Ahorro del recurso hídrico.

Desventajas: Requiere mantenimiento regular para evitar que se tapen los goteros.

Riego por aspersión: Manguera con aspersores colocados cada cierta distancia.

Desventajas: Manto de agua irregular, desperdicio de agua, no se mojan los mantos.

Riego por nebulización: Microaspersores colocados de forma localizada.

Ventajas: Facilita el riego para algunas especies.

Desventajas: No aplica. se recomienda para todas las especies; incrementa costos de instalación.

Riego mixto: Combinación de riego por goteo con riego por nebulización.

Ventajas: Permite la combinación de especies con requerimientos hídricos diferentes.

Desventajas: Aumento del costo de instalación y mantenimiento.

Adicionales

Drenajes: Canal inferior, bien sea en el borde de la estructura o un canal a nivel del suelo para recolectar el excedente de agua en caso de no tener una jardinera o suelo de tierra en la base.

Iluminación: Dependiendo del lugar de observación los jardines se pueden iluminar desde arriba o desde abajo. El material utilizado debe ser para intemperie y se recomienda el uso de lámparas LED.

Componentes orgánicos

Sustratos

Fertilizantes: son nutrientes de origen mineral aplicados a través del sistema de riego o con asperjado manual, siendo los más comunes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Azufre (S), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu) y Zinc (Zn). Las dosis se controlan de acuerdo a los requerimientos de cada jardín.

Humus: Producto de la descomposición realizada por microorganismos, así como lombrices de tierra y otras especies, aporta nutrientes y mejora la porosidad aireación y drenaje del sustrato.

Tierra aligerada con fibra de coco y concha de arroz: Estos elementos se combinan en proporciones iguales y permiten retener humedad y al mismo tiempo drenar los excesos, también ayudan a disminuir el peso en la estructura.

Material botánico

Especies botánicas: La selección de las especies viene dada por elementos como la orientación, los vientos, el grado de insolaación, así como por el sistema constructivo y la ubicación y usos del espacio en el cual está inserto el jardín.

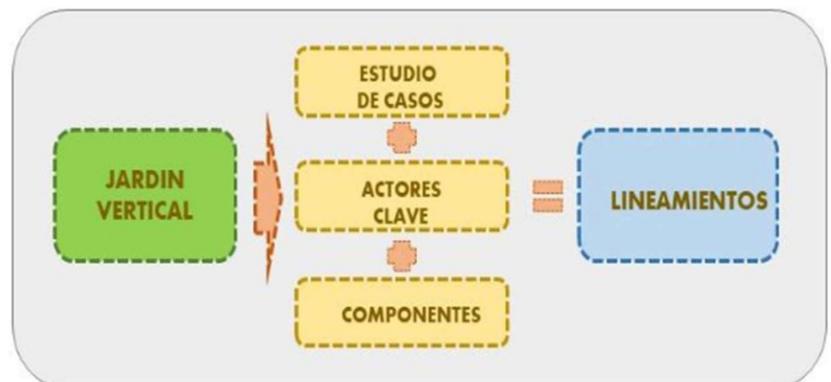
Control de plagas: Se emplean productos adecuados para atacar diversos organismos y parásitos que afecten a las especies.

Lineamientos para jardines verticales sostenibles

Los jardines verticales son una manera de dotar los espacios construidos de superficies verdes, las cuales aportan mejoras a la calidad de vida del entorno inmediato. Para ello es de gran importancia lograr que estas sean viables y perdurables en el tiempo lo que solo será posible si se establecen lineamientos para su diseño, construcción y mantenimiento.

A partir del análisis de los diferentes casos estudiados, así como de las entrevistas a los actores clave con sus especialidades, experiencias y puntos de vista diferentes, y tomando en consideración todos los elementos que los componen, se pudieron establecer algunos lineamientos generales para el diseño y la realización de jardines verticales que presentamos a continuación a manera de recomendaciones y no como instrucciones de un manual a seguir porque cada jardín vertical es único y las recomendaciones deben adaptarse a sus condiciones particulares (imagen 10).

Imagen 10. Lineamientos



Fuente: elaboración propia.

Recomendaciones generales para el diseño y la realización de un jardín vertical

Elementos de soporte

Muro o pared: Es indispensable que se acondicione con algún aditivo impermeabilizante (friso hidrófugo o similar) ya que estará en contacto con humedad de forma permanente. Cuando el muro o la pared no sea estructural, debe ser reforzado para que sea capaz de soportar el peso de la estructura de contención, sistema de riego, iluminación, tierra mojada y material vegetal.

Estructura metálica: La estructura debe estar construida de forma proporcionada en cuanto a sus dimensiones y los espesores de los perfiles, para que se vea lo menos posible (a menos que se quiera a la vista), pero debe tener la rigidez necesaria para soportar todos los elementos que conforman un jardín vertical, razón por la que el marco principal debe llevar una malla electrosoldada o cabillas cruzadas formando una malla de fondo sobre la cual se apoyan los mantos, y un contramarco con divisiones que ayudarán a fijar los mantos. Las divisiones no deben sobrepasar los 60 cm. de alto para evitar que el sustrato, debido a su propio peso, se deslice y se acumule en la base. Es importante que esta malla sea tratada con pintura anticorrosiva y luego rematada con pintura en aceite, mate o brillante según el caso. También es aconsejable el empleo de colores oscuros que no la resalten.

La estructura puede ser realizada en aluminio. Construir la de forma modular facilita que pueda ser desmontada para realizar cambios y reparaciones sin afectar la totalidad.

Bandejas metálicas: Se requiere que las bandejas estén bien soldadas a la estructura principal para evitar que con el peso del sustrato y las plantas se suelten y se caigan.

Estructura de madera: No se recomienda bajo ningún concepto el uso de este material

que se pudre y se parte a corto plazo ya que no posee la resistencia adecuada para estar en constante contacto con la humedad.

Elementos de contención

Mantos geotextiles: Cuando se emplean mantos geotextiles permeables, deben ser colocados de forma doble para crear los bolsillos contenedores de las plantas y conservar la humedad. Es muy importante colocar una malla plástica de protección por delante del manto para proteger los cortes de los bolsillos y evitar rasgaduras. Las áreas de manto libres para abrir los bolsillos y sembrar las especies no debe ser mayor a los 60 cm para evitar que el sustrato caiga y se acumule en la base.

Se recomienda el uso de mantos de colores oscuros ya que se confunden con mayor facilidad con la vegetación.

Elementos de alimentación

Sistema de riego: Se sugiere un sistema automatizado con reloj temporizador programable que determine horarios y tiempo de duración del riego. Es recomendable un sistema de riego por goteo para optimizar el uso del agua. La instalación del sistema debe estar a la vista para facilitar las revisiones de rutina, reparaciones y sustituciones de ser necesarias. Dependiendo de las especies empleadas, el sistema de riego podría ser mixto. Según el emplazamiento y la estación, lluvia o sequía, deberá modificarse la frecuencia y la cantidad de agua que recibe el jardín vertical.

Si por alguna razón el riego se hiciera de forma manual (lo cual no es recomendable), es importante verificar que los mantos queden totalmente húmedos.

También tiene importancia considerar el viento ya que en lugares con mucho viento debe aumentarse la frecuencia del riego debido a que los mantos geotextiles suelen secarse con mayor rapidez.

Un mantenimiento mayor se debe realizar al menos dos veces al año: revisión de goteros, nebulizadores, limpieza de filtros, así como ajustes pertinentes en cuanto a tiempos y frecuencia.

Drenajes: Se recomienda colocar un canal de recolección de agua si el jardín vertical se encuentra sobre una superficie pavimentada para evitar manchas en el pavimento. De igual manera el agua recolectada podría ser reutilizada.

Elementos de iluminación

Si bien el tema iluminación es bastante subjetivo, se sugieren algunos lineamientos generales que podrían aplicarse en todos los casos bajo la premisa que recomienda emplear iluminación como un recurso para generar acentos y destacar puntos o zonas importantes dentro de los jardines verticales. De acuerdo con ese criterio, deben ser iluminadas las zonas más visibles o visitadas y las fuentes de luz deben estar colocadas de espaldas a los observadores para evitar deslumbramientos, para ello se puede iluminar desde el piso, techo o laterales según sea el caso.

Es indispensable que los equipos de iluminación sean completamente impermeables y adecuados para su uso en exteriores.

Se debe considerar el tipo de lámparas para evitar que las altas temperaturas que emiten perjudiquen las especies, así mismo debe ser tomado en cuenta el factor ahorro energético. Actualmente la iluminación tipo LED posee una larga vida útil y por sus características es una iluminación muy eficiente.

Sustratos

Dependiendo del sistema empleado en el jardín vertical se puede determinar el tipo de sustrato más favorable. En caso de tratarse de un sistema basado en la hidroponía, los nutrientes deben ser colocados en el sistema de riego.

Si el jardín vertical está compuesto por mantos o bolsillos o bandejas, el sustrato debe

ser ligero y aireado para permitir que el agua fluya adecuadamente y a su vez drene de forma rápida. El sustrato aligerado, aporta menos peso a la estructura.

Es importante fertilizar con frecuencia. Si se considera que un jardín vertical es un sistema con restricciones a nivel de nutrientes, se pueden combinar nutrientes minerales con nutrientes orgánicos.

En cuanto a la fumigación, se debe determinar el tipo de plaga que está afectando a las especies para emplear los productos adecuados.

Especies botánicas

El primer punto a considerar para seleccionar las especies, es la ubicación y orientación del jardín vertical. La condición de sol y sombra, así como si este se ubica en el interior o exterior serán factores determinantes.

En cuanto a las especies, se recomienda que sean de porte pequeño para que su sistema radical sea capaz de soportarlas, no se debe olvidar que poseen un sustrato limitado y el peso de las ramas y hojas puede ser excesivo.

Es recomendable el uso o combinación de especies con requerimientos hídricos similares para que el desarrollo de todo el jardín vertical sea parejo y bajo las mismas condiciones.

Cuando el jardín vertical está completamente sembrado, se recomienda que los primeros seis meses tenga un mantenimiento consecuente y sea fertilizado con regularidad (recordar que las plantas no están creciendo en su medio natural y por lo tanto deben recibir ayuda mientras se consolidan y adaptan al lugar).

El mantenimiento regular, así como el riego permanente en los jardines verticales son las claves para su desarrollo y perdurabilidad en el tiempo.

Mantenimiento

La accesibilidad es importante que sea tomada en cuenta al diseñar el jardín vertical ya que un buen mantenimiento depende de poder alcanzar todas las áreas. Varias actividades se

deben realizar durante el mantenimiento de los jardines verticales, en primer lugar la observación, ya que permite detectar problemas, cambios y condiciones del jardín vertical: observar el estado del sustrato, si está seco, compactado, degradado, y así tomar las medidas necesarias para su restitución o reacondicionamiento. El mantenimiento se debe realizar de forma regular y constante.

Revisar el estado de las especies: si están sanas o presentan alguna afectación bien sea por falta o exceso de agua o por alguna plaga. Deben ser retiradas las hojas y ramas secas, y podar las especies que lo requieran. También se deben sustituir las plantas faltantes.

Adicionalmente, revisar si el sistema de riego está funcionando correctamente y, por último, aplicar abono o fertilización y fumigación de ser necesario.

Conclusiones

La calidad de vida de individuos y comunidades puede mejorarse desde el punto de vista ambiental, social, psicológico, y estético al mejorar el microclima con la incorporación de jardines verticales en los entornos construidos inmediatos carentes de vegetación.

Esta integración de superficies verdes a través del uso de jardines verticales son una novedad en Venezuela, con la particularidad de que cada uno de los sistemas es diseñado y construido para cada caso específico, lo cual conlleva experimentación, evolución y cambios constantes.

Al establecer lineamientos para la correcta implantación de estos sistemas de jardines verticales, se pueden potenciar sus ventajas y disminuir sus limitaciones ayudando a que estos elementos sean perdurables y exitosos en el tiempo.

La creación, el diseño y la instalación de un jardín vertical es una actividad multidisciplinaria que busca de forma constante perfeccionar y lograr la mayor efectividad de cada uno de sus componentes.

A través de los diferentes casos de estudio entendimos que cada jardín vertical es único, con características propias, y comprendimos –en cuanto a los actores clave– que cada uno tiene una perspectiva diferente: los propietarios tienen unas inquietudes, motivos y expectativas en cuanto a obtener más espacios verdes; los profesionales, con sus dudas e inquietudes, aportaron sus experiencias en cuanto al diseño y construcción de cada uno de los elementos que componen un jardín vertical considerando su adaptación a cada situación particular, amarrados a la arquitectura de cada lugar, y los jardineros –con su experiencia– aportaron importantes referencias en cuanto al comportamiento, adaptación y resistencia de las especies botánicas así como su mantenimiento.

Es nuestro deseo que, a partir de esta investigación, puedan surgir otros trabajos relacionados con el diseño de elementos constructivos con materiales disponibles en el mercado local para lograr la estandarización de sistemas para la implantación de jardines verticales que sean eficientes, perdurables y con recursos accesibles.

Referencias bibliográficas

- Carrera, A. (2011) Sistemas vegetales verticales. Estudio de los efectos de la integración arquitectónica de sistemas vegetales y propuestas de uso como técnica pasiva de ahorro de energía en el clima continental mediterráneo. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Coulton, J. (2008) Descubre las maravillas. Recuperado el 26 de enero de 2017, de: <http://descubre lasmaravillas.weebly.com/multimedia.html>
- Hernández, R. ; Fernández, C. y Baptista, P. (2014) Metodología de la investigación, vol. 6. McGraw-Hill. México.
- Higuera, G. E. (1997) "Medio ambiente y planificación urbana", en J. Briz (Ed.) Seminarios del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias (pp. 25-35). Editorial Agrícola Española. Madrid, España.
- Le Corbusier (2008) La casa de los hombres. Editorial Apóstrofe/Poseidón. Barcelona.
- Sosa, María Eugenia y Siem, Giovanni (2004) Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC-FAU, UCV. Caracas.
- Stringer, Ernest (1999) Action Research. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Towers, J. (2014) "Los jardines verticales de Patrick Blanc: arte y ecología en la ciudad", en Azure azure. Recuperado el 02 de febrero de 2017 de: <http://azureazure.com/casas/jardines-verticales-Patrick-Blanc-arte-ecologia>
- Yépez, G. (2017) Techos verdes. Material docente del Seminario Superficies Verdes. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas.