



Revista de Arquitectura e Ingeniería
ISSN: 1990-8830
Olga-Toledo@empai.co.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería
de Matanzas
Cuba

Beneficio productivo, económico-social y ambiental de la implementación de los techos verdes.

Álvarez Marqués, Jorge Luis; Fragela Hernández, Perla; Prieto Hernández, Candy Luis

Beneficio productivo, económico-social y ambiental de la implementación de los techos verdes.

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 17, núm. 1, 2023

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193974540001>

Beneficio productivo, económico-social y ambiental de la implementación de los techos verdes.

Productive, socio-economic and environmental benefit of green roof implementation

Jorge Luis Álvarez Marqués jorge.alvarez@umcc.cu

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba

Perla Fragela Hernández perla.fragela@umcc.cu

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba

Candy Luis Prieto Hernández candy.prieto@umcc.cu

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 17, núm. 1, 2023

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Recepción: 06 Enero 2023
Aprobación: 20 Febrero 2023

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193974540001>

Resumen: Los techos verdes han sido utilizados desde la antigüedad en los climas templados, hoy es una técnica que se aplica en todas las condiciones climáticas con buenos resultados en el acondicionamiento térmico de las viviendas, donde se regula en el interior de las mismas las fluctuaciones diurnas y nocturnas de las temperaturas. Existen otros beneficios de su implementación como el alto consumo de energía y sus limitaciones, a la vez que puedan servir de esparcimiento a todas las generaciones y una fuente importante de vegetales frescos para el autoconsumo familiar, así como institución estatal o privada que lo implemente. Pretendemos describir los beneficios esta tecnología sostenible y amigable con el medio ambiente, por todas las bondades que ella posibilita, desde el punto de vista de atenuar el cambio climático, incrementando la biodiversidad de la flora y la fauna, fundamentalmente en las grandes ciudades y las instalaciones turísticas.

Palabras clave: uso techos verdes, coberturas de techos, terrazas bióticas.

Abstract: Green roofs have been used since ancient times in mild climates. Today, it is a technique being applied successfully in every climatic condition for home thermal conditioning, thus regulating house inner daily and night temperature fluctuations. There are also other economic, social and environmental benefits in their application, taking into account problems such as energy consumption and its limitations, as well as the need to make our city environment a greener one, thus allowing for people recreation and for an important source of fresh vegetable supply for family consumption as well as for state or private implementation. This is an environmentally sustainable and amiable technology, due to all its possibilities for helping reduce climate change, thus favoring flora and fauna biodiversity increase, mainly in great cities and tourist facilities.

Keywords: green roof use, roof coverage, biotic terraces..

Una tecnología sustentable

Una tecnología sustentable cuyo uso resulta limitado por el momento en nuestro país, son los llamados techos verdes, los cuales constituyen un sistema constructivo que permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre la cubierta de un inmueble o también se reconoce como cualquier infraestructura horizontal o inclinada que cubra un espacio sobre un techo con algún tipo de vegetación (Barrios, 2018) [1] es decir, se desarrolla una cobertura vegetal condicionada a la totalidad o parte del techo de una vivienda, almacén, áreas de servicio, oficinas, etc.

Con el propósito de refrescar los locales ubicados debajo de los techos, ya que aíslan los mismos de la energía solar directa, obteniendo beneficio económico, ambiental y social, en plena relación con el desarrollo sostenible.

Los principios indicios del uso rústico de esta tecnología se remonta a la antigua Mesopotamia en el año 600 a.c., estando presentes también en los Jardines Colgantes de Babilonia y después en otras regiones de Europa, las cuales se fueron extendiendo y desarrollando hasta nuestros días en diferentes condiciones climáticas del mundo, los principales países que en la actualidad desarrollan esta tecnología son: Suiza, Alemania, Francia, España, Colombia, Argentina y México (López-González et al., 2020) [2]

Las condiciones climáticas de nuestro país son agresivas dadas a las altas temperaturas todo el año y las fuertes precipitaciones, necesiándose del empleo de tecnologías para controlar las condiciones ambientales en los espacios interiores con un elevado gasto de energía eléctrica, cada vez más costosa y limitada, si por el contrario sobre la cubierta del inmueble se dispone de forma permanente una cobertura vegetal, desarrollada sobre un sustrato adecuado, se pueden alcanzar resultados ventajosos para la entidad a través del tiempo.

En Cuba durante el verano los sistemas de climatización de viviendas y locales turísticos sobre todo durante el horario nocturno son muy utilizados, constituyendo en las residencias el mayor porcentaje del consumo eléctrico mensual, según Dávila-Rincón (2019) [3] el sector hotelero en Cuba representa un 8% del consumo de electricidad del país, aspecto que puede minimizarse con el empleo de los techos verdes, que regulan la energía térmica que reciben las cubiertas de las edificaciones, dado que la vegetación y el sustrato que cubre el techo en su totalidad o parte del mismo limitan la acción de los rayos solares en el calentamiento de la estructura superior del edificio, permitiendo una mayor regulación de la temperatura al interior del área protegida.

En la ciudad de La Habana según Batlle Avilés y Rivada Vázquez (2016) [4] las primeras cubiertas naturadas del país aparecieron en el edificio FOCSA, construido en el año 1956, posteriormente en 1961 se ejecutaron algunas instalaciones en cubiertas de Círculos Infantiles en el reparto Camilo Cienfuegos y durante 1966 en la heladería Coppelia se instalaron cubiertas jardín en una de sus áreas laterales.

También con carácter sostenible el estado cubano promueve el uso de paneles solares y calentadores de agua solares en las viviendas y centros de trabajo, aspecto muy importante para el desarrollo energético sostenible del país, lo cual en principio no compite con los llamados techos verdes, todas son tecnologías sustentables con diferentes objetivos, que ahorran el consumo de energía fósil y en parte logran disminuir el calentamiento diurno de los techos de los inmuebles. A partir de lo anterior, el presente documento pretende realizar un resumen de las principales características de uso de los techos verdes y sus principales beneficios.

Acorde a la profundidad del sustrato, los siguientes autores: Zielinski (2012) [5], Redondo (2014) [6] Barrios (2018) [1] Cortez-Sosa (2019) [7] Cristóbal-Andia (2019) [8] y López-González et al. (2020) [9] lo

clasifican como techo verde extensivo e intensivo, determinando así el uso básico de la instalación, entre otros aspectos importantes, lo cual se resume a continuación:

El techo verde extensivo se caracteriza por tener un sustrato de poco espesor (3 -15 cm), no se persiguen objetivos estéticos o transitables, generalmente con especies prateras de porte bajo propias del lugar, no arbustivas, resistentes a la sequía, requiriendo un mantenimiento mínimo. Los tipos de plantas utilizados son mayormente rastreras y cubre suelos, de raíces poco vigorosas, de muy baja mantención y resistentes a condiciones extremas y el sustrato está compuesto principalmente por materiales inorgánicos, para así lograr un buen drenaje

El techo verde intensivo posee una profundidad de sustrato superior a los 30 cm, su objetivo es más estético, con plantas arbustivas y ornamentales, fomentando la ornamentación y el posible tránsito de personas, con iluminación, fuentes de agua, bancos, etc.; la estructura de soporte debe ser fuerte, capaz de asumir el peso de la cubierta y requiere de mantenimiento y atención sistemática.

De los anteriores autores (Cortez-Sosa, 2019 [7] y Cristóbal-Andia, 2019) [8] incluyen en la clasificación los techos verdes de carácter semi-extensivos, que poseen una profundidad de sustrato de 12 - 30 cm, permitiendo el desarrollo de especies de plantas productoras de vegetales de carácter hortícolas, granos y condimentos frescos, especies típicas de la agricultura urbana, que pueden responder al autoconsumo de la familia, al comedor de un centro de trabajo o al restaurante de un hotel. Son muchas las formas y condiciones bajo las cuales se puede desarrollar esta técnica, por ejemplo: en Cuba en algunos hogares se siembran las plantas sobre el techo en vasijas o recipientes de diferentes tipos y materiales (figura 1), o en pequeños canteros con sustratos de suelo y materia orgánica, pudiendo sustituir algunos de estos canteros los muros de protección ante el abismo del límite del techo (Figura 2), lo cual es muy práctico, útil y seguro. Este tipo de techo requiere de espacios para la siembra y circulación del personal, además de instalarse sistemas para desarrollar el riego de las plantaciones.

Formas y tecnologías

En fin, son muy diversas las formas y tecnologías que se pueden emplear en dependencia de la resistencia constructiva del tipo de techo, las condiciones climáticas y generales de la zona, además del interés agrícola productivo, pradera, ornamental u otro, pero siempre buscando disminuir el sobre calentamiento del techo en el trópico al mismo tiempo que se tiene un resultado productivo.

En la literatura consultada se destacan los beneficios que se pueden obtener con el uso y desarrollo de los techos verdes (Arregui Henk, 2016; Barrios, 2018; Cristóbal-Andia, 2019 y Benavides, 2021[10], resumiéndose de forma general a continuación algunos de estos beneficios con relación a los techos convencionales:



Figura 1

Techo verde con recipientes de diferentes tipos en la vivienda de Ariel Blanco en Matanzas.
Facilitada por Sergio Luis Rodríguez Jiménez.



Figura 2

Estructura de techo verde con cantero en vivienda de Jorge Luis Álvarez Marqués, en Matanzas, que sustituye el muro de protección del límite del techo.

Elaboración propia.

Promoción de la agricultura urbana

En las ciudades los techos verdes resultan una vía productiva de la agricultura urbana, ya que la vegetación plantada produce alimentos frescos, representa una ganancia económica y beneficia la seguridad alimentaria. Generalmente en las viviendas, usando vasijas o botellas PET recicladas, donde se producen hortalizas y condimentos para su autoconsumo, disminuyendo así el costo de alimentación, sin representarles un gasto adicional. Esta producción puede ser en techos de viviendas como huertos familiares o en instituciones estatales o privadas de diversos tipos, siendo esta práctica importante en los hoteles ecológicos o amigos de la naturaleza una buena opción para elevar su estándar y reducir costos. Lo anterior mejora la relación costo-beneficio del sistema, ya que existen producciones vegetales frescas que van directas a los

restaurantes y los clientes interesados pueden visitar, recrearse y participar en tareas sencillas en el área productiva.

El Hotel Internacional de Varadero (Figura 3) posee en los techos de los edificios bajos de las áreas de servicio tres áreas de techos verdes tipo semi intensivo, con sustrato de suelo y materia orgánica, y una extensión total de 2 555 m², las cuales se han incorporado a la producción de vegetales y condimentos frescos, típicos de la agricultura urbana, para el consumo de los clientes, aspecto importante por la calidad de los productos obtenidos que representan un beneficio económico para la organización, por ser una vía de producción sostenible, libre del uso de productos químicos, donde entre otros ejemplos, no faltan las ramitas frescas de hierba buena (*Mentha spicata* L.) en los servicios de bebidas.

Generación de nuevos espacios de recreación.

Dependiendo del tipo de techos verde que se maneje, todos son estéticos e influyen en el estado de ánimo de las personas, ya que pueden usarse para espacios de esparcimiento dentro de la ciudad, donde las personas disfruten del aire libre y de un ambiente natural, ya que proveen beneficios psicológicos y físicos relacionados con la relajación y reducción del estrés, este ecosistema natural dentro de la ciudad atrapa la atención de los pobladores y genera un efecto restaurador en ellos, mejorando considerablemente su salud, aspecto que influye mucho en los residentes que atienden o visitan con frecuencia estas áreas, también los turistas aprecian este ambiente natural y paisajístico en sus días de esparcimiento como cliente en una instalación hotelera.

Alargamiento de la vida útil de los techos



Figura 3
Parcelas de techos verdes en el Hotel Internacional de Varadero
Elaboración propia.

Los techos tienen larga vida útil si su utilización y cuidado es adecuada. Los sistemas de implementación constructiva de este tipo de cubierta han sido en general estandarizados y ayudan a proteger los techos de fluctuaciones extremas de temperatura, lo cual puede extender la vida útil de la estructura.

Ahorro de energía al actuar como aislamiento térmico

El ahorro de energía está presente siempre en este tipo de instalación donde quiera que se instale, en nuestro clima los techos verdes reducen el consumo de electricidad, por minimizar el consumo del sistema de aire acondicionado en las habitaciones o espacios cerrados ubicados debajo de los techos, lo cual económicamente es positivo al disminuir la relación costo-beneficio, aspecto importante dado los altos costos actuales de la energía. La vegetación y el sustrato sobre las cubiertas tiene un efecto de aislamiento térmico, en dependencia del tipo de vegetación y el espesor del sustrato, disminuyendo el calentamiento del pavimento de los techos en comparación con los que no poseen vegetación.

Disminuye la posibilidad de inundaciones

En las grandes ciudades el drenaje pluvial tiende a ser un problema acorde a la intensidad de las lluvias, las cuales pueden provocar inundaciones, los sustratos de los techos verdes absorben una buena parte de la lluvia que no llega al sistema de drenaje urbano y a su vez, retarda la producción de los caudales máximos, reduciendo las posibles inundaciones en las ciudades, donde predominan las superficies sólidas pavimentadas.

En la instalación del sistema se pueden crear estructuras para recoger el agua percolada y almacenarla, para ser utilizada en el riego u otras actividades, facilitando su reutilización, con el consiguiente ahorro económico y la preservación del recurso agua. Según López et al. (2020) [2] los techos verdes son parte importante en los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), que tratan de recuperar el ciclo del agua en las ciudades, debido a su capacidad atenuar la escorrentía, el tiempo pico y retraso en el tiempo de concentración, que solo lo consiguen los techos verdes con relación al techo convencional.

Reducción de la contaminación auditiva

La vegetación y el espesor del sustrato del techo verde actúan como barreras de sonido, propiciando una reducción significativa de ruido al interior de la habitación situada debajo. El sustrato mediante su porosidad atenúa el sonido, bloqueando las ondas de baja frecuencia, mientras que la vegetación tiene la capacidad de absorber ondas de alta frecuencia, proporcionando ambos una reducción significativa del ruido debajo del techo.

Aumento de la biodiversidad

Los techos verdes en ambientes vulnerables de las ciudades pueden convertirse en hábitat de una fauna menor, fundamentalmente aves, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad en áreas urbanas, que con anterioridad fueron degradadas. Mediante la creación de un nuevo hábitat por el volumen de vegetación dentro de las ciudades aumentaría la densidad poblacional de diferentes especies y ayudaría en migración de las aves (Redondo, 2014). [6]

Mejoramiento de la calidad del aire.

La contaminación del aire en el ambiente urbano es uno de los problemas de mayor importancia para la salud humana. La vegetación puede contribuir significativamente a la reducción de la contaminación del aire en las ciudades al retener el polvo y las partículas contaminantes presentes en el aire por medio de la adhesión a la superficie foliar.

Mediante el proceso de fotosíntesis la vegetación plantada en los techos verdes absorbe dióxido de carbono y entrega oxígeno al aire, elevando la calidad del mismo. También la superficie foliar ayuda a filtrar y retener partículas contaminantes de polvo, aerosoles y metales suspendidos, según reporta Cortés Sosa (2019) [7], estimándose que un m³ de techo verde puede atrapar aproximadamente 130 g de polvo al año y estas partículas después son finalmente arrastradas por el agua de lluvia e incorporadas al suelo o conducidas a desagües.

Reducción del cambio climático

La pérdida de áreas verdes en las grandes ciudades favorece las condiciones del cambio climático, por lo que la implementación de los techos verdes constituye una tecnología sustentable que brinda beneficios con relación al secuestro del carbono (la vegetación implantada produce oxígeno y adsorbe CO₂), purifica el aire, disminuye la pérdida de la biodiversidad, regula la temperatura de áreas interiores, disminuye el consumo de energía dedicada a la climatización y contribuye a un mejor uso de las precipitaciones.

En América Latina es común que los edificios que instalan una cubierta verde total sobre todas o algunas de sus cubiertas sean comerciales, como hoteles y empresas reconocidas, también en algunas universidades. Los techos verdes son fácilmente reconocibles al diferir sus cubiertas de los restantes edificios en las áreas urbanas al brindar un paisaje diferente y facilitar la posibilidad de realizar actividades de esparcimiento y recreación en dichas áreas, además del posible desarrollo de otras funciones, dentro de las cuales se destaca la producción de vegetales típicos de la agricultura urbana.

Según Arregui Henk (2016) [11], se pueden presentar en la instalación de los techos verdes algunas limitaciones o desventajas, las cuales las resume como:

Se añade peso al techo del edificio (es muy importante en el momento de la planificación del techo verde, para que el mismo la soporte sin daños estructurales).

Costo de inversión en la construcción y mantenimiento del techo verde (Los techos verdes intensivos son los más costosos, el costo de inversión inicial y su mantenimiento resultan un factor a tener en cuenta en la planificación del uso vegetativo que se pretende desarrollar con el mismo).

Los techos verdes proporcionan

Los techos verdes proporcionan muchos beneficios y pueden ser utilizados como una herramienta para la gestión ambiental sobre todo en las grandes ciudades e instalaciones hoteleras. Su uso se está expandiendo en los últimos años, pero aún es insuficiente su implementación en el mundo y se requiere de más estudios e investigaciones que promuevan su uso y garanticen los resultados esperados.

El manejo adecuado del entorno natural diseñado sobre las cubiertas de edificaciones en un clima tropical, permite satisfacer en parte las necesidades básicas de la sociedad, al mejorar el entorno ambiental y contribuir al desarrollo sostenible, propiciando resultados favorables desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Barrios, L. E. (2018). Techos Verdes: de la teoría a la práctica. Revista Científica OMNES (3), 136-184.
- López-González, B., Camacho, A., Martínez-Rodríguez, M. y Marcelino-Aranda, M. (2020) Techos verdes: una estrategia sustentable. Tecnología en Marcha. Vol. 33-3. Julio-Setiembre 2020. Pág 68-79.
- Dávila-Rincón, J. (2019). Viabilidad para comercialización de sistemas on-grid en hoteles de Colombia. Proyecto de grado Para optar al título de Ingeniero Mecánico. Fundación Universitaria los Libertadores Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas. Bogotá, D.C
- Avilés, M. B., y Vázquez, M. L. R. (2016). Visión de las cubiertas naturadas desde un marco referencial. Revista Arquitectura e Ingeniería, 10(2), 4.

- Zielinski, S., García Collante, M. A. y Vega Paternina, J. C. (2012). Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Gestión y Ambiente*, 15(1),91-104. [fecha de Consulta 27 de Julio de 2022]. ISSN: 0124-177X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101008>
- Redondo, R. P. (2014). Beneficios socio ambientales de las infraestructuras verdes urbanas y su aplicación en la construcción y planificación urbanística en la ciudad de Bucaramanga. [fecha de Consulta 20 de Julio de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7288>.
- Cortés-Sosa K.A. (2019). Análisis del comportamiento térmico, beneficios y costos, de dos tipos de techos verdes en sistema modular, en Poza Rica, Veracruz. Maestría en Ciencias del Ambiente. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Región Poza Rica-Tuxpan.
- Cristóbal-Andia, (2019). Techos verdes y sus beneficios. Trabajo de Investigación para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur
- López, N. A., Domínguez, C. G., Barreto, W., Méndez, N., López, L. J., Soria, M. G., Lizano, R., y Montesinos, V. (2020). Almacenamiento de agua de lluvia en medios urbanos utilizando techos verdes. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 32, 54-71.
- Benavides, M. F. (2021). Propuesta del uso de techos verdes en el sector hotelero como estrategia de ecoinnovación en la ciudad de Bogotá (Proyecto para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental, Fundación Universidad de América).
- Arregui-Henk, L. J. (2016). El futuro de los techos verdes en la ciudad de Buenos Aires. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. [Fecha de consulta 15 de septiembre 2022]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/futuro-techos-verdes-buenos-aires.pdf>