

# IMPLEMENTACIÓN DE TECHOS VERDES EN MÉXICO

## IMPLEMENTATION OF GREEN ROOFS ON MEXICO

### ARTÍCULO DE REVISIÓN

Sotelo, Sara Liz

Universidad del Valle de Puebla

ic36856@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-5172-7371

Fecha de recepción: 30 de enero de 2022. Fecha de aceptación: 14 de febrero de 2022. Fecha de publicación: abril 2022.

### **Reseña de Autor**

Egresada de la licenciatura de ingeniería civil, que disfruta trabajando en entornos dinámicos y con alta capacidad de adaptación. Actualmente laborando en la empresa constructora AKUAN como auxiliar de residente de obra.

### **Resumen**

Miles de personas mueren prematuramente cada año por los efectos en la salud a causa de la contaminación del aire. Es por esto que en 2007 la Secretaría del Medio

Ambiente de la Ciudad de México propuso la instalación de espacios naturales en los inmuebles con el fin de disminuir la contaminación. Por lo anterior, se determinó que los techos verdes buscan ayudar a reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub>, el consumo de energía, moderar la contaminación atmosférica, incrementar la vida útil de los techos, así como reducir el efecto “isla de calor” que es generado por el mismo concreto utilizado en diferentes construcciones. Es importante reconocer que las temperaturas al interior de las edificaciones están fuertemente influenciadas por los ocupantes y sus comportamientos, haciendo más difícil la obtención de información precisa sin equipar el inmueble con la cantidad necesaria de sensores. Una vez mencionado lo anterior, los resultados mencionan que dependiendo del tipo de techo verde, los inmuebles presentaban una disminución de temperatura de entre 3° y 30 °C.

**Palabras clave:** Ecología, inmueble, tejado, medio ambiente, clima.

## **Abstract**

Thousands of people die prematurely each year from the health effects of air pollution. This is why in 2007 the Mexico City Environment Secretariat installed natural spaces in buildings in order to reduce pollution. Thus reaching the conclusion that green roofs seek to help reduce CO<sub>2</sub> concentrations, energy consumption, cushion air pollution, increase the useful life of roofs, as well as reduce the “heat island” effect that is generated. by the same concrete used in different constructions. It is important to recognize that temperatures inside buildings are strongly influenced by occupants and their behaviors, making it more difficult to obtain accurate information without equipping the building with the necessary number of sensors. Once the above is mentioned, the results mention that depending on

the type of green roof, the buildings presented a decrease in temperature between 3° and 30°C.

**Keywords:** Ecology, building, roof, environment, climate.

## **Introducción**

En diversas oportunidades, Greenpeace ha alertado del deterioro del aire en ciudades como CDMX y Puebla. En el informe “No apto para pulmones pequeños. Diagnóstico de calidad del aire y el derecho de niñas, niños y adolescentes al aire limpio” (Greenpeace, 2016), la organización puntualiza que, desde 1990, la contaminación en Puebla ha crecido más del 60%. Siendo los “Techos verdes”, considerados como el primer paso estatal para la recuperación ambiental.

En 2007, la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) propuso la instalación de espacios naturales dentro de los edificios públicos para disminuir la contaminación e impulsar la cultura ambiental. El proyecto denominado “Azoteas verdes” inició con la premisa de construir una ciudad más sustentable que mejore la calidad de vida de sus habitantes. Erradicando progresivamente las “islas de calor” mediante áreas verdes ubicadas en las azoteas de los principales rascacielos de la CDMX. Además de regular la temperatura interna en los edificios, los techos verdes funcionan como una cubierta impermeabilizante que previene daños estructurales. Las azoteas verdes no han sido incluidas en el marco legal mexicano como una obligación para el desarrollo arquitectónico de la ciudad, pero sí existe un incentivo estatal (disminución del 10% en la tributación fiscal anual), (SEDEMA, 2007).

## **Planteamiento del problema**

Según el periódico El Sol de Puebla (2019), menciona que en México, 17,000 personas mueren prematuramente cada año por los efectos en la salud de la contaminación del aire, mientras que se han registrado 1,680 muertes en niños menores de 5 años. Y según el Consejo Mexicano de Edificación Sustentable (CMES) los edificios representan el 65% del consumo total de energía, emiten el 30% de los gases de efecto invernadero y consumen el 35% del agua (CMES, 2020).

El presente proyecto tiene como objetivo explicar el funcionamiento y los beneficios que tiene el implementar los techos verdes en futuros o ya existentes inmuebles mediante la revisión de diferentes artículos de investigación proporcionados por diferentes autores para determinar la información requerida.

## **Revisión bibliográfica**

La tesis techos verdes y sus beneficios fue publicada en el año 2020 por Josué Cristóbal Jarif bajo la aprobación de Facultad de ciencias ambientales, carrera profesional de ingeniería ambiental.

El proyecto tiene como objetivo recopilar información sobre los techos verdes y los beneficios que brindan, dando unos ejemplos puntuales de datos que se han obtenido al ser implementados para el mejoramiento de la calidad de vida.

Mediante previas investigaciones, el autor tomó como base distintos libros para conocer más a fondo las distintas capas de un techo verde, así como su funcionamiento.

Los resultados obtenidos de la investigación describen que los techos verdes están compuestos por varias capas en las que a la vez se pueden encontrar diferentes

materiales dependiendo de su función, estas capas desempeñan diferentes funciones, las cuales brindaran cuidado a la estructura y a la vegetación.

Los techos verdes se pueden clasificar de distintas maneras, una de las principales es por el grosor de la capa de sustrato debido a que es uno de los factores que más afecta el desarrollo del sistema; techos verdes extensivos: Se caracterizan por ser sistemas con una capa de sustrato ligera, con un grosor de unos 10 a 15 cm y techos verdes intensivos: Son un tipo de sistema que es característico por tener una capa de sustrato más gruesa que es capaz de habitar a una mayor cantidad de especies vegetales, el grosor mínimo para que sea caracterizada como un sistema intensivo es de 30 cm (Cristóbal, 2020).

Esta investigación es fundamental para el desarrollo del proyecto, ya que aporta las bases teóricas para saber cómo están constituidos los techos verdes y como diferenciar los diferentes tipos.

En el año 2020 se publicó la tesis denominada *Comparación de plantas con diferente metabolismo en el desempeño térmico de techos verdes*, redactada por Diana López Silva bajo la aprobación del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

El objetivo general de esta investigación es cuantificar la influencia de los techos verdes en la disminución de la temperatura, así como la importancia del agua y sustratos de estos.

Para la redacción de esta tesis, la autora realizó módulos experimentales con diferentes coberturas de techo para monitorearlos. Las diferentes coberturas corresponden a diferentes plantas con flores, así como diferentes sustratos. Al mismo tiempo se monitorearon los niveles de temperatura en cada módulo y su comportamiento en la estructura de este.

Para los resultados obtenidos en esta investigación es importante reconocer que las temperaturas al interior de las edificaciones están fuertemente influenciadas por los ocupantes y sus comportamientos, haciendo más difícil la obtención de información precisa sin equipar el inmueble con la cantidad necesaria de sensores.

Una vez que se mencionó lo anterior, los resultados arrojaron que los techos presentaron alteraciones de temperatura que variaba entre los 3.2 y 30 °C; permitiendo un mayor enfriamiento en el módulo. Sin embargo, esto no es deseable en invierno, ya que se requiere mantener temperaturas más cálidas, no obstante, en verano podría presentar un mejor desempeño térmico (López, 2020).

Hasta el momento no existen cuantificaciones de la eficiencia térmica de esta tecnología, ni investigación sobre el empleo de materiales regionales y plantas nativas en techos verdes para las condiciones climáticas. Por lo cual, esta investigación aporta las bases para seleccionar las plantas necesarias y determinar su comportamiento de acuerdo con la temperatura, demostrando que los techos verdes son un método eficaz en la reducción de temperatura, así mismo disminuyendo la energía requerida en aires acondicionados.

La tesis llamada *Uso de plásticos reciclados y su influencia en la construcción de techos verdes para viviendas de material rústico* fue realizada por Leydie Syslie Chávez Rojas bajo la tutela de la Universidad continental de Perú.

La tesis buscaba impulsar iniciativas para el mejor manejo de técnicas que apliquen alternativas de reciclaje para mejorar las condiciones de los usuarios.

Para la realización de esta tesis, la autora tomó como base metodológica la investigación cualitativa tomando en cuenta información de libros y tesis, así como la realización de un prototipo. El prototipo se desarrolló dentro de una moldura de madera que soportaría las capas posteriores, estas maderas se fijarían a los durmientes de madera, ambos sistemas son coherentes y compatibles con la construcción de viviendas de tierra.

Como resultado de las pruebas desarrolladas, se concluye que el peso acumulado de un techo verde no es excesivo y puede ser soportado sobre muros de material rústico. Esto es conveniente porque el entorno de trabajo evidencia mayor presencia de viviendas de esas características (Syslie, 2020).

Estos datos apoyan el concepto de usar materiales a base de plásticos reciclados para la consolidación de un módulo de techo verde. Estos materiales reciclados funcionan eficientemente para el fijado y desarrollo de techos verdes, estos mismos que en caso de lluvia permiten drenar el agua sin generar sobre saturación, aportando una manera más sustentable e innovadora para la estructura de los techos verdes.

En el año 2020 se publicó la tesis denominada *Techos verdes: islas de biodiversidad en ambientes urbanos*, realizada por Anna Sharapova y bajo la tutela de la Universidad de la laguna de México. La tesis tiene como objetivo canalizar las especies de plantas necesarias para un buen funcionamiento de techos verdes.

La autora realizó una investigación cualitativa que tenía como base distintos artículos de revistas, libros y tesis.

En cuanto a los grupos de plantas colonizadoras de los techos verdes, no se observa un criterio unificado sobre su clasificación. Los resultados obtenidos muestran que la vegetación colonizadora de techos verdes está conformada mayoritariamente por especies nativas de herbáceas perennes, siendo las formas vitales dominantes. Algunas especies características que podríamos encontrar, aparte del endemismo ya mencionado, son salvia, arbusto de las mariposas y romero. La capacidad de retención de agua y nutrientes, asociada a un porcentaje elevado de materiales finos (arcillas y limos) y al contenido de materia orgánica, determinará la capacidad de suministro a corto, medio y largo plazo de estos recursos esenciales para la vegetación, por otro lado, no hay que olvidar que la mera presencia de estas especies en un techo verde no es sinónimo de éxito (Sharapova, 2020).

La información presente aporta las bases necesarias para canalizar las plantas requeridas para un funcionamiento más eficiente en cuanto al desempeño térmico.

La tesis denominada *Factibilidad y diseño de una vivienda usando techos verdes* realizada por Muñoz Chávez Fiorelia, se publicó en el año 2021 aprobada por la Universidad privada del norte de Perú.

La tesis estudia la influencia de la factibilidad en el diseño de una vivienda utilizando techos verdes para mitigar el impacto ecológico de las construcciones y mejorar la calidad de vida.

Para la realización de esta tesis, la autora toma como base metodológica la investigación cualitativa. A su vez, se ejecutó un modelo de vivienda para su estudio. Este trabajo de investigación tiene aplicaciones no solo para las viviendas, sino también para proyectos empresariales.

Se evaluó los parámetros de diseño de la vivienda empleando el programa ETABS concluyendo que la estructura soporta una carga adicional de 725 kg/m<sup>2</sup> siendo aceptable para columnas y vigas para el techo verde. Se determinó el costo de un sistema de techo verde extensivo. Se emplearon plantas propuestas como lechuga, acelga y rabanito basándose en un costo de producción básico, ya que son plantas que se utilizaran en autoconsumo, siendo aptas para ser utilizados en sistema de azotea verde, además de una tubería independiente para desagüe, siendo el costo directo de 4381.91 pesos mexicanos (Chávez, 2020).

Esta investigación servirá como guía para diseñar un techo verde extensivo y garantizar su buen funcionamiento al mismo tiempo de conocer los costos de producción del mismo.

En el año 2021 se publicó el artículo denominado *Análisis de la implementación de techos verdes para el manejo de inundaciones: caso de estudio chapinero Colombia*, redactado por Óscar Contreras Bejarano y Paula Andrea Villegas Gonzá-

lez. Bajo la aprobación de la revista Eiei de la Universidad Católica de Colombia.

El artículo presenta el análisis de la sustitución de un techo convencional (teja de barro) por un techo verde en una vivienda con el fin de evitar inundaciones. El objetivo es simular las precipitaciones que representen los efectos de implementar cada uno de los sistemas de cubierta, por tanto, construir un techo verde permite que en la lluvia se retenga sustrato, reduciendo el caudal de agua que llega al alcantarillado pluvial, de modo que este pueda trabajar en una condición no saturada y así evitar la colmatación de los ductos y posterior inundación.

Se modela mediante el programa EpaSwmm la red de alcantarillado pluvial de la zona, en la que se incluyen las curvas IDF y las propiedades tanto de los techos convencionales como de los techos verdes.

Se modela un edificio de 5 pisos en la zona de afectación, teniendo en cuenta los parámetros sísmicos del área, en donde se concluye que al sustituir el peso de un techo convencional por el de un techo verde, se conservan las características técnicas de deriva y periodo fundamental de la estructura, aunque a causa de la carga generada por el techo verde se debe hacer un refuerzo estructural en sus elementos, con una mayor importancia en las vigas de la cubierta, dado que son las primeras en contacto con la nueva carga (Contreras y Villegas, 2021).

Este modelo es importante para el proyecto porque no solo demuestra los beneficios ambientales sino sociales tanto para el propietario como para las propiedades aledañas.

En 2021 la revista El visionario publicó el artículo llamado *Los emprendimientos verdes, una alternativa de sostenibilidad para las pymes en la ciudad de Cuenca*, redactado por Iván Darío Plaza León, Christian Mauricio Banegas Campoverde y Yonimiler Castillo Ortega.

Buscando diseñar un modelo de gestión basado en los principios de los emprendimientos verdes como alternativa de sostenibilidad para las Pymes de la ciudad de Cuenca.

El trabajo de investigación es de naturaleza descriptiva y transversal. Para diagnosticar el modelo de gestión de las Pymes, se empleó un cuestionario estructurado en cinco principios de emprendimientos verdes: economía baja en carbono, protección, transparencia, conocimiento y alianzas.

Se establece los componentes de un modelo de gestión que incorpora en su esquema los principios de los emprendimientos verdes, que permita desarrollar una cultura de sostenibilidad en las Pymes de la ciudad de Cuenca, para crear valor económico, medioambiental y social, así como de hacer de su gestión una acción responsable con el medio ambiente y la sociedad. Los resultados evidencian que la actuación de las Pymes cuencanas en cuanto a su gestión, no orientan el desarrollo de sus actividades a mitigar, reducir o eliminar problemáticas ambientales, relacionadas con los patrones de producción y consumo que deterioran las condiciones naturales del planeta (Plaza, et al., 2021).

Este artículo permite demostrar la importancia de implementar los techos verdes con un método para impulsar la economía de las Pymes en México y así acentuar la información sobre los techos verdes.

## **Método y Metodología**

El método utilizado en la presente investigación es el método de revisión sistemática, que de acuerdo con García-Pordomo (2015) es un análisis cualitativo en el cual se revisan una serie de documentos y datos de diferentes autores en los cuales de manera ordenada se van analizando con el fin de poder indagar, detectar los puntos de concordancia y de diferenciar entre cada uno de los documentos revisados.

Para la realización del proyecto se tomó en cuenta la siguiente metodología:

- Definición del tema de investigación.
- Recolección de datos a partir de documentos (tesis y artículos de investigación).  
Publicados con una fecha no anterior a 2020.
- Analizar la información de acuerdo con las bases de análisis determinados (objetivo, método, metodología, resultados y conclusiones).
- Capturar la información en la matriz de análisis.
- Análisis cualitativo de las variables de investigación para redactar el informe. Analizar la información de acuerdo con las bases de análisis determinados (objetivo, método, metodología, resultados y conclusiones).

## Resultados

Como se puede observar, los resultados obtenidos de los autores describen que los techos verdes constan de diferentes capas según su función. Estas capas pueden variar su grosor dependiendo del tipo de techo verde; siendo así que los techos verdes extensivos cuentan con un grosor de entre 10 y 15 cm. Los techos verdes intensivos cuentan con un grosor mínimo de 30 cm.

Los autores también coinciden en que no existe cuantificación del desempeño térmico de esta tecnología, ni investigaciones sobre el uso de materiales regionales y plantas nativas en techos verdes para condiciones climáticas.

La autora Leydie Syslie llegó a un resultado importante haciendo mención que el peso acumulado de un techo verde no es excesivo y puede ser soportado sobre muros de material rústico, los cuales serían madera, piedra, barro o fibras naturales.

## Conclusiones y discusión

Como conclusión a la presente investigación, se puede mencionar que los techos verdes buscan ayudar a reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub>, el consumo de energía, amortiguar la contaminación atmosférica, incrementar la vida útil de los techos, así como reducir el efecto “isla de calor” que es generado por el mismo concreto utilizado en diferentes construcciones. También se pudo observar que la hipoteca es un medio de acceso para adquirir una vivienda sustentable, sin embargo, la transformación se debe continuar considerando el entorno urbano y la estructura, encaminada hacia un desarrollo integral sustentable, involucrando el aspecto social, económico y ambiental.

En México, el Infonavit ha sido el principal impulsor de estas iniciativas y mediante el surgimiento de su hipoteca verde, ha venido a revolucionar el mercado.

## Referencias

- Chávez, F.M. (2020) *Factibilidad y diseño de una vivienda usando techos verdes* [Tesis de licenciatura, Universidad privada del norte de Perú.] Repositorio de la universidad privada del norte de Perú.
- CMES. (2020). *Azoteas verdes, beneficios económicos y ecológicos*. <https://blog.monex.com.mx/empresas/azoteas-verdes-beneficios-economicos-ecologicos#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Consejo%20Mexicano%20de,vivos%20de%20las%20flores%2C%20es>.
- Contreras, O.B. y Villegas, P.G. (2021). Análisis de la implementación de techos verdes para el manejo de inundaciones: caso de estudio chapchapinero, Colombia. *Revista Eiei*. (3-11).
- Cristóbal, J.J. (2020). *Techos verdes y sus beneficios* [Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias ambientales, carrera profesional de ingeniería ambiental]. Repositorio Facultad de ciencias ambientales, carrera profesional de ingeniería ambiental de Perú.

- El Sol de Puebla. (2019). Es Puebla tercera zona metropolitana más contaminada del país. *El sol de Puebla*. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/es-puebla-tercera-zona-metropolitana-mas-contaminada-del-pais-2881606.html>.
- García-Pordomo, H.A. (2015). Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/metaanálisis. *Revista de urología colombiana*, 24 (1).
- GreenPeace. (2016). *No apto para pulmones pequeños. Diagnóstico de calidad del aire y el derecho de niñas, niños y adolescentes al aire limpio*. [https://www.greenpeace.org/static/planet-4mexicostateless/2018/11/e7381732-e7381732-no\\_apto\\_para\\_pulmones\\_pequen%CC%83osok3.pdf](https://www.greenpeace.org/static/planet-4mexicostateless/2018/11/e7381732-e7381732-no_apto_para_pulmones_pequen%CC%83osok3.pdf).
- López, D.S. (2020). *Comparación de plantas con diferente metabolismo en el desempeño térmico de techos verdes* [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. Repositorio institucional del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Plaza, I.V., Banegas, C.M.C. y Castillo, Y, O. (2021). Los emprendimientos verdes, una alternativa de sostenibilidad para las pymes en la ciudad de Cuenca. *Revista El visionario*, 1633.
- SEDEMA. (2007). *Infraestructura Verde*. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/infraestructura-verde>
- Sharapova, A. (2020) *Techos verdes: islas de biodiversidad en ambientes urbanos redactada* [ Tesis de licenciatura, Universidad de la laguna de México.] Repositorio de la Universidad de la laguna, México.
- Syslie, L.C. (2020). *Uso de plásticos reciclados y su influencia en la construcción de techos verdes para viviendas de material rústico* [Tesis de licenciatura, Universidad continental de Perú.]. Repositorio de la Universidad Continental de Perú.