

Implementación de azoteas verdes y equipo sustentable sobre los edificios existentes de la UAEMex

ESCAMILLA-HERNÁNDEZ, Luis*†, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio, TORRES-SÁNCHEZ, Merced y ESCAMILLA-OLGUÍN, Rebeca.

Universidad Autónoma del Estado de México, Universitaria, 50130 Toluca de Lerdo, México

Recibido Julio 4, 2016; Aceptado Septiembre 16, 2016

Resumen

En este artículo se presenta la propuesta de implementar las cubiertas de los edificios como azotea verde, con el propósito de recuperar la zona esmeralda que a través del tiempo se ha perdido. Se pretende utilizar un sistema vegetativo perene en el que el mantenimiento sea mínimo. El estudio se enfoca a la parte estructural mediante un modelo analítico, donde se introduce las características típicas del conjunto de inmuebles, se consideran las cargas vivas reglamentarias, las cargas muertas estimadas y una sobrecarga debida al material vegetativo propuesto. De esta forma se estudia el inmueble ante las diferentes condiciones de carga, verticales y laterales y se comparan los resultados contra la resistencia nominal de la edificación. Por último se dan recomendaciones que permiten emplear azoteas verdes en los campus universitarios sin poner en riesgo la estabilidad de las edificaciones, así mismo se dan recomendaciones sobre los paquetes vegetativos adecuados a la zona geográfica.

Azoteas verdes, comportamiento estructural, edificios sustentables, rehabilitación escolar

Abstract

This article presents a proposal to implement roof tops as roof gardens in order to attempt to recover some of the Green areas lost through time. It intends to use a vegetative ever-green system which will require minimum maintenance. This study focuses on the structural components via an analytical model which introduces typical characteristics of a real estate complex; it considers regulatory live load, dead load and an overload emerging from the plant material proposed. This way, the building is studied under different load conditions, both vertical and lateral and the results are then compared against nominal building resistance. Finally, recommendations are made; these will allow using those rooftops without endangering the stability of the buildings and there will also be recommendations on plan packages which are suitable according to the geographical area.

Green roofs, structural performance, sustainable buildings, school rehabilitation

Citación: ESCAMILLA ESCAMILLA-HERNÁNDEZ, Luis, RAMÍREZ-DE ALBA, Horacio, TORRES-SÁNCHEZ, Merced y ESCAMILLA-OLGUÍN, Rebeca. Implementación de azoteas verdes y equipo sustentable sobre los edificios existentes de la UAEMex. Revista de Investigación y Desarrollo 2016, 2-5: 42-47

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: laescamillah@uaemex.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las azoteas verdes no es una novedad, han existido desde tiempos inmemoriales, basta recordar los “jardines colgantes de Babilonia”, entre muchas otras referencias históricas de vegetación en las partes altas de una edificación.

En la actualidad la necesidad imperante de generar más espacios donde realizar las actividades, ha llevado a edificar en todo espacio disponible, ya sea reglamentariamente o clandestinamente, en general se utilizan espacios que en un principio estaban destinados a emplearse como área verde, recordar que reglamentariamente en un pasado se destina entre 40 y 20% para este fin.

Desafortunadamente, esta área se ha perdido, desde el empleo del espacio para otras funciones, como plazas, pasillos, y patios hasta la creación de nuevas edificaciones.

Una de las formas de recuperar el área verde perdida es la implementación de las azoteas verdes. Que bajo condiciones adecuadas han resultado de gran utilidad con ese fin, sin embargo el acondicionamiento de la azotea no es directo, ya que implica proponer una condición diferente al inmueble que lo va a recibir.

Se numera a continuación algunos de los beneficios de implementar azoteas verdes en un recinto escolar.

Contribuye a regular la temperatura interna de la edificación

Genera un área verde que contribuye con la generación de oxígeno al ambiente.

Disminuye la distribución de partículas suspendidas en el aire.

Al generar microclimas, promueve la generación de pequeños ecosistemas. Que contribuyen en la conservación de ecosistemas locales.

Genera un espacio agradable y cumple con las funciones sociales de un jardín, cuando se establece con ese fin.

Contribuye en la regulación del ciclo hidrológico

Sin embargo, la implementación también tiene factores contrarios, algunos se mencionan en seguida:

Se genera fauna desagradable al interior del inmueble

Si no se trabaja adecuadamente genera humedad en el inmueble

Requiere de mantenimiento constante, lo que implica destinar recursos para tal fin

Un aspecto muy importante pero que quizá no se aprecie a simple vista se refiere al incremento del peso en la losa receptora, y ese es precisamente el contenido de este artículo

Ya que en la actualidad los inmuebles tienen mayor duración que los programas financieros y funcionales de la gran mayoría de las empresas, el cambio de uso en una edificación es una práctica sustentable, por que convierte grandes recursos materiales (edificaciones) que comienzan a ser ineficientes, en un destino productivo.

El reciclaje de edificios se ha convertido en una tendencia en centros históricos de ciudades, aprovechando además de la construcción en si, toda la infraestructura existente alrededor; calles, servicios, fama histórica y muchos otros factores.

La arquitectura reconstruccionista ha ideado nuevas tendencias de uso y entre sus propuestas son los “Sunroof” y las azoteas verdes.

Bajo este principio es que se propone un proyecto piloto para convertir en azoteas verdes las cubiertas de ciertos módulos educativos de la UAEMex. Comenzaremos por los edificios modulares tipo CAPFCE (Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas) bajo un criterio estrictamente estructural, para posteriormente proponer esta solución en edificaciones de diseño particular.

La Universidad Autónoma del Estado de México cuenta con una gran variedad de edificios escolares distribuidos en todo el estado. En particular la zona metropolitana de la ciudad de Toluca cuenta con cinco campus pertenecientes a la Escuela Preparatoria (bachillerato). El primer campus está constituido en su mayoría con inmuebles que datan de la década de los sesentas, mientras que los otros cuatro fueron construidos a finales de los setentas bajo el criterio constructivo CAPFCE, estos constan de módulos de cuatro salones por nivel y escaleras al centro; este criterio se repitió en diferentes formas para albergar las múltiples necesidades de los distintos centros escolares. Debido al incremento natural de la matrícula de estudiantes, cada campus ha decidido ampliar sus instalaciones utilizando el terreno del que dispone disminuyendo así el área verde hasta en 50% del área original destinada para tal fin. En las figuras siguientes (figura 1 a figura 5) se presenta la planta general de los inmuebles correspondientes a los cinco planteles en estudio, se puede observar claramente que el área ajardinada ha disminuido considerablemente, ya sea por construcciones, por canchas o por plazoletas cubiertas de concreto.

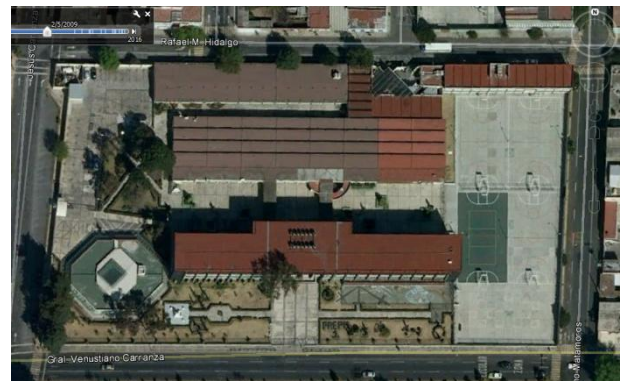


Figura 1 Planta general de plantel Adolfo López Mateos

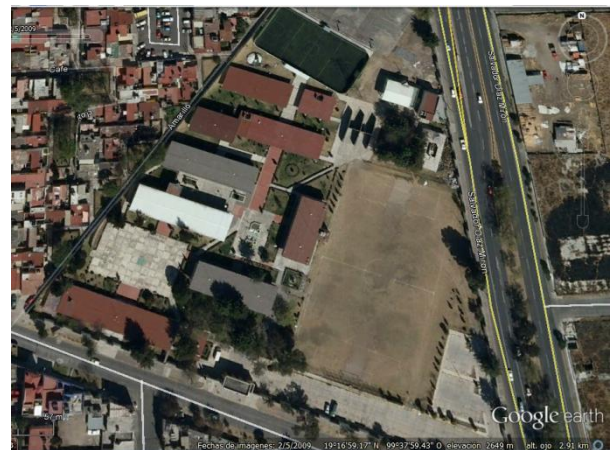


Figura 2 Planta general de plantel Netzahualcōyotl

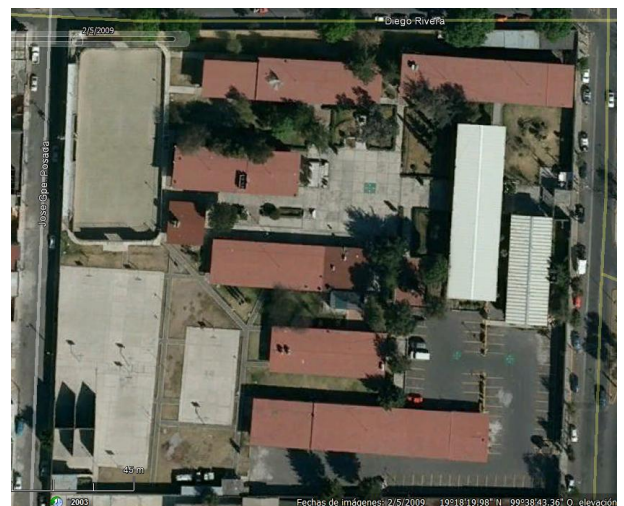


Figura 3 Panta general de plantel Cuauhtémoc



Figura 4 Planta general del plantel Isidro Fabela

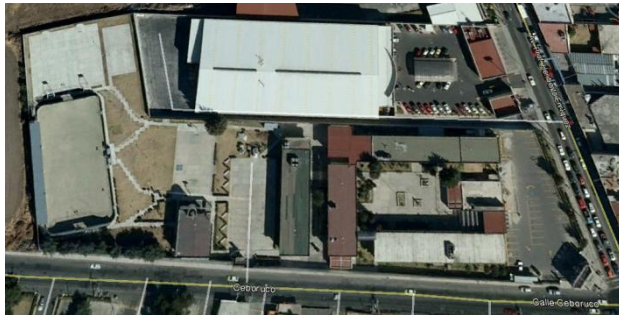


Figura 5 Planta general del plantel Ángel María Garibay

Se realizó un estudio de las áreas generales de los planteles en relación al área de jardín existente y el posible incremento del mismo con la implementación de áreas verdes, se observa que el área verde actual es menor a lo recomendado por las normas (30% mínimo). Continuando con el análisis de áreas, se propone implementar el jardín superior en ciertos edificios, los cuales son adecuados para dicho fin, logrando un incremento al área verde de hasta el 160% del área existente, con lo que se logra cubrir hasta el 25% del área general de la propiedad cumpliendo así el propósito de satisfacer las necesidades reglamentarias. En la Tabla 1, se observa el análisis de áreas efectuado.

Edificio	Plantel Adolfo López Mateos	Plantel Netzahualcóyotl	Plantel Cuauhtémoc	Plantel Isidro Fabela	Plantel Ángel Ma Garibay	Total
Área total del terreno (m ²)	16625	30330	18590	22500	14900	102945
Área verde actual (m ²)	1737	2458	1488	6850	3900	16433
Porcen de área verde respecto al área total (%)	10.4	8.1	8.0	30.4	26.1	15.9
Área de Azotea verde propuesta (m ²)	768	1547	2444	2795	1132	8686
Incremento de área verde respecto a lo existente (%)	44.2	62.9	164	40.8	29.0	52.8
Porcen. Área verde total (%)	15.0	59.3	21.1	42.0	33.7	24.4

Tabla 1 Distribución de áreas y porcentajes de construcción respecto al área verde

Metodología

Se realizaron varios recorridos por cada una de las instituciones mencionadas, se identificaron los módulos que guardan la configuración original y que tienen la posibilidad de albergar la solución propuesta.

Una vez identificados, se realizó el levantamiento a detalle de cada uno de los edificios; se identificó el material principal de la construcción, se obtuvieron las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales existentes y a través de planos proporcionados por parte de algunas de las instituciones visitadas, se verificaron datos de los armados de cimentación, columnas, traveses y losas.

El trabajo se complementó con una inspección visual para verificar que no existe evidencia de un mal comportamiento estructural o que exista presencia de daños, que afortunadamente para este caso no se encontró dicho supuesto.

El paso siguiente fue diseñar un prototipo que represente las condiciones de los inmuebles involucrados, considerando dimensiones promedio en planta y elevación así como las secciones que representen una respuesta más desfavorable para el caso de estudio.

Este modelo se revisa bajo condiciones de carga vertical y condiciones sísmicas. Para el análisis de cargas se utilizan las cargas reales encontradas en campo, las cargas vivas que se proponen son de 140Kg/m², para la combinación de cargas verticales y 100Kg/m² cabe aclarar que no responde a ninguna de las propuestas por el RCDF, sin embargo están intermedias entre una azotea plana y un entrepiso habitacional, ya que el uso es como un centro de dispersión que no ocupa toda el área de la cubierta debido a que el área mayor es ocupada por el sustrato del propio jardín.

En cuanto al sustrato vegetativo, en una investigación anterior (Torres, 2015) se observó que la losa maciza en las condiciones de servicio no es capaz de soportar adecuadamente el mismo, por lo que se sugiere una pequeña sobre estructura metálica para albergarlo, de esta manera en el análisis sísmico realizado, se observa una carga adicional a nivel de cubierta debida al sustrato de intensidad media con 250Kg/m².

Con estos datos se procedió al análisis sísmico del modelo propuesto, en comparativa con el modelo que representa a la estructura en estado original, es importante aclarar que se ha realizado un modelo para estructuras de acero y otro de características similares para la estructura de concreto.

Los resultados encontrados son favorables, ya que el edificio estudiado bajo las condiciones de sobrecarga, no sobrepasa condiciones de seguridad y servicio, los desplazamientos encontrados en la edificación sobrecargada, son relativamente similares a los actuales, 1.11cm y 1.34cm respectivamente, por lo que se puede decir categóricamente que la implementación de las azoteas verdes es factible.

En cuanto a la vegetación recomendada para la región de Toluca, es una que utilice un estrato con espesor no mayor a 30cm y vegetación del tipo endémico, en la tabla 2. Se presentan algunos tipos de vegetación recomendada, ya que este tipo de vegetación es endémica de la región, soporta adecuadamente los rayos del sol y presenta bajo mantenimiento.

Césped y pastos silvestres	Plantas Herbáceas
Plantas C-4	Perennifolias
Plantas CAM	Plantas
“Crasulacean Acid Metabolism”	Subarbuscivas
Plantas Cespitosas	Plantas Suculentas
	Plantas Vivaces

Tabla 2 Plantas apropiadas para la región de Toluca del tipo semi-intensivo.

Conclusiones

La propuesta de colocar azoteas verdes en los edificios tipo CAPFSE de los planteles de la escuela preparatoria de la UAEMex, es factible.

Se requiere colocar una sobreestructura en la cubierta para soportar adecuadamente el sustrato vegetativo, ante cargas verticales.

Colocar el sustrato vegetativo siguiendo las recomendaciones generales de los productores y fabricantes.

Los edificios modelados, son capaces de resistir un evento sísmico de diseño, debido al incremento de la carga vertical en la losa de cubierta.

La instalación de las azoteas verdes en los edificios propuestos, incrementan en un 50% el área verde general existente en los muebles de la escuela preparatoria (Bachillerato) de la UAEMex.

Con esta propuesta se alcanzaría cubrir hasta el 245% del área total de los inmuebles, muy cerca a lo requerido por reglamento.

Se recomienda realizar estudios particulares para cada edificio del conjunto para garantizar la seguridad de los usuarios.

Se recomienda ampliar la investigación para otros inmuebles universitarios.

Referencias

Arnal Simón, L. & Betancourt Suárez, M., 2004. "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal". 5a ed. México: Trillas.

Azoteas Verdes, 2014. Precios de nuestras azoteas verdes. México: s.n.

González Espinoza, Stephanye. (2015) "Metodo constructivo y propuesta estructural de losa para la implementación de azotea verde en edificios de escuelas públicas tipo EU-2C y ER, ubicadas en el Estado de México". Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería. Tesis. Director: M en I. Merced Torres Sánchez

López Aranza, Nora Edith. "Rehabilitación sustentable de edificaciones existentes, caso: el centro de la ciudad de Toluca". (2014) Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de ingeniería. Tesis Director Dr. Luis Alejandro Escamilla Hernández.

H. Ayuntamiento de Toluca, "Gaceta Oficial Del Municipio De Toluca" Enero 2016.