

CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA

DR. JOSÉ ROBERTO GARCÍA CHÁVEZ

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Posgrado en Diseño

Departamento de Medio Ambiente

Laboratorio de Investigaciones en Arquitectura Bioclimática

jgc@correo.azc.uam.mx

ARQ. LUIS FEIJOO GARZA

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Posgrado en Diseño

luisgarz@hotmail.com

Fecha de recibido: Agosto 2010

Fecha de aceptado: Noviembre 2010

RESUMEN

La vegetación se ha utilizado en la arquitectura desde las primeras manifestaciones del hábitat de la humanidad, en diversas culturas y regiones climáticas. Se ha utilizado como ornato o elemento funcional para controlar las condiciones ambientales del entorno. Por lo que respecta al uso de la vegetación bajo el concepto de sistemas de naturación, éstos pueden definirse como "el tratamiento de superficies de edificaciones en planos horizontales, verticales o inclinados y en componentes individuales o agrupados, por medio del cual se incorpora en un elemento o grupo de elementos constructivos, capas de medios o sustratos de crecimiento y vegetación especialmente adaptada a las condiciones físicas y climáticas del sitio en que se instala, creando una superficie vegetal inducida."

Los objetivos de la implementación de un sistema de naturación están enfocados a mejorar las condiciones de confort térmico en el interior de los espacios arquitectónicos, a reducir el consumo de energía y a coadyuvar en el mejoramiento del medio ambiente con criterios integrales y compatibles con el Desarrollo Sustentable. En este trabajo se presenta el potencial de estos sistemas de naturación en cubiertas horizontales, para obtener confort térmico y ahorro de energía en los edificios.

Palabras clave: Sistemas de naturación, cubiertas, confort térmico, ahorro de energía.

ABSTRACT

The vegetation has been used in architecture since the beginning of human habitats, in different cultures and climatic regions. It has been used as ornamentation and to control the environmental conditions. The denominated green roofs or green walls have been defined as "the treatment of horizontal, vertical or inclined surfaces in buildings with diverse layers of soil and vegetation specially adapted to physical and climatic conditions according to the site that is installed, creating an induced vegetal surface." The aims of this kind of systems are focused on improving the

conditions of thermal comfort inside architectural spaces, reducing energy consumption and contributing to the improvement of environment according to the criteria of Sustainable Development.

This work presents the potential of these systems in horizontal covers in order to get thermal comfort and energy savings in buildings.

Key words: Natural systems, green walls, green roofs, covers, thermal comfort, energy savings.

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental encuentra su manifestación más preocupante en fenómenos como *el cambio climático y el calentamiento global*, entre otros, que han venido cobrando importancia a nivel internacional desde finales del siglo pasado. Las formas en que las diversas sociedades se relacionan con el medio natural han sido fuertemente cuestionadas y los esquemas tradicionales de “desarrollo” se ven obligados a transformarse para procurar la continuidad de la vida en nuestro planeta, tal y como la conocemos. Las razones que han llevado a nuestras sociedades a los alarmantes niveles de entropía en nuestra relación sociedad-naturaleza son sin duda diversas. Del mismo modo, las soluciones y mecanismos de control deberán ser variados, además de requerir la atención de todos los sectores y disciplinas del quehacer humano, en el corto, mediano y largo plazos.

El entorno medio tiene un lugar altamente representativo entre los generadores de la problemática ambiental, debido a que, con acciones antropogénicas, se presenta como un depredador de recursos materiales y energéticos —generalmente traídos de lugares lejanos, ya que el propio medio urbano es insuficiente para autosatisfacer sus necesidades—, y como un generador de desechos y contaminantes diversos. Una de las principales características de los asentamientos urbanos es su naturaleza destructiva de las áreas fotosintéticas, las cuales son reemplazadas por edificaciones e infraestructura de tipos diversos. “La destrucción de áreas fotosintéticas tiene como consecuencia inmediata el empeoramiento de la situación ambiental y de higiene atmosférica; en última instancia significa la destrucción de una de las bases vitales de la especie humana” (Wofgang, 1994).

La destrucción de las áreas fotosintéticas para dar paso a la creación de edificaciones e infraestructura urbana se encuentra estrechamente ligada con la práctica arquitectónica y, sin duda, los profesionales involucrados con esta actividad deben estar moralmente obligados a buscar alternativas, a fin de mejorar la forma en que se relaciona el

medio edificado con el natural. El llevar la práctica arquitectónica hacia los caminos de la sustentabilidad no es sólo una estrategia medioambiental, sino un medio para hacer edificaciones que sean más sensibles con el usuario, espacios más humanos para habitar, más inteligentes en la forma en que equilibran sus flujos de energía, más respetuosos de la naturaleza y de los recursos que ofrecen y más comprensivos de que las edificaciones tengan una vida útil durante la cual sufren adaptaciones y cambios substanciales (Scott, 2005).

ACCIONES CORRECTIVAS, ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Una de las acciones correctivas para reducir el negativo impacto en el medio ambiente, está orientada a la *arquitectura bioclimática*, que es una arquitectura aplicada con sentido común y que se ha desarrollado en mayor medida, sobre todo, a partir de las tres últimas décadas del siglo anterior y en la actualidad ha cobrado gran importancia por ser una alternativa congruente y viable para mejorar la relación arquitectura-medio ambiente (García Chávez, 2003, 2000, 1996).

Los principios de esta arquitectura buscan el aprovechamiento óptimo de los recursos físicos y energéticos en las edificaciones desde el momento de su diseño y durante el transcurso de su vida útil, además de integrar sistemas sustentables con base en el aprovechamiento de las energías renovables, energías limpias y disponibles en la mayor parte del planeta. Para lograr sus objetivos, la *arquitectura bioclimática* ocupa los diferentes elementos constructivos y diseños que permitan optimizar, principalmente por medios pasivos o naturales, las condiciones de confort ambiental para los ocupantes, reduciendo considerablemente los gastos innecesarios de recursos. A últimas fechas, el concepto de *arquitectura bioclimática* abarca —mas no sustituye— el de *arquitectura ecológica o sustentable*, formando así parte integral e indispensable del quehacer arquitectónico sustentable, pero los principios básicos son exactamente los mismos.

USO DE LA VEGETACIÓN EN LA ARQUITECTURA. APLICACIONES HISTÓRICAS EN JARDINES

La vegetación, en sus diversas formas, se ha aplicado en la arquitectura desde tiempos remotos. Una de estas aplicaciones se inicia con la integración de jardines en la arquitectura, en interiores y exteriores. La historia de los jardines permite analizar las distintas cosmovisiones humanas, los deseos, los temores, los intereses y hasta las creencias

religiosas en los diferentes lugares y épocas de las diversas sociedades y se relaciona íntimamente con la historia del paisajismo o arquitectura del paisaje. De hecho, lo anterior muestra las relaciones de la humanidad con su medio natural, diseñando y creando espacios exteriores.

Una referencia obligada en la historia de los jardines es la imagen bíblica del Jardín del Edén, lugar creado por Dios para albergar al primer hombre y la primera mujer, en cuya superficie se extendían todos los tipos de plantas y árboles existentes para proveer de alimento a sus enseñoreados humanos. *El Jardín del Edén* creado, por Dios al Oriente, era regado por las aguas de un río que se repartía en cuatro brazos; el primero es el río Pisón, el segundo Gihón, el tercero Hidekel y el cuarto es el río Éufrates. (Génesis, II, 8-14). Aun en las referencias bíblicas de la creación, la cercanía de los cuerpos de agua para el correcto desarrollo de la vegetación del jardín guiaba el correcto emplazamiento de éste y, como se ha mencionado, en los principios del desarrollo de la agricultura, guió también el emplazamiento de los asentamientos humanos. *El Jardín del Edén* representa un espacio delimitado dentro del cual el hombre desarrolla actividades en las que se relaciona con la naturaleza en una forma agradable a los sentidos y totalmente segura; esta idea ha guiado en diferentes formas, hasta nuestros tiempos, la concepción de los jardines y del paisaje intervenido por la mano del hombre o paisajismo. La concepción humana de lo que podemos llamar orden divino, llevó a la representación del *Jardín del Edén* como una planta predominantemente rectangular, que permitía el ordenamiento del espacio y facilitaba el diseño de los canales de riego del espacio en su conjunto.

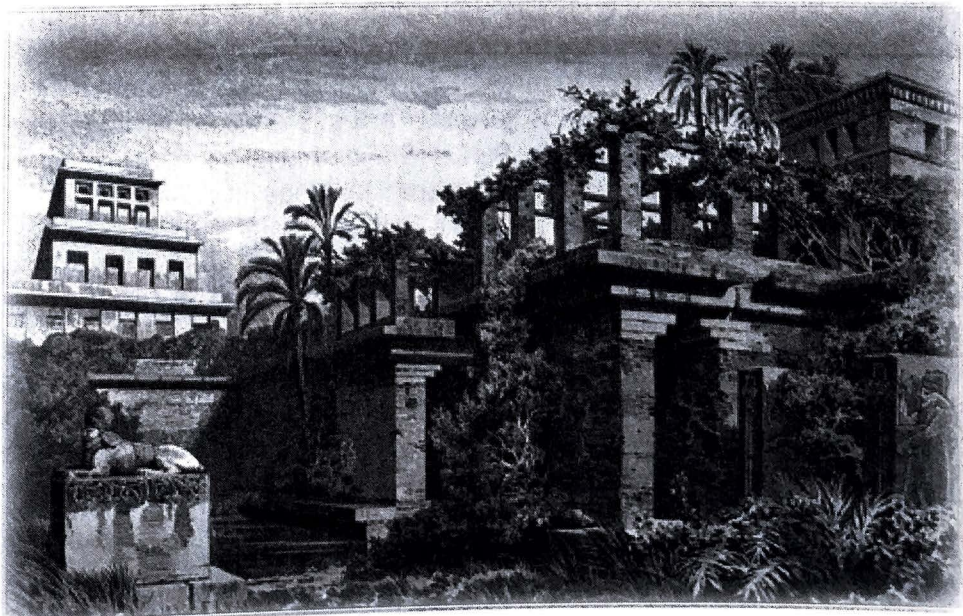
Existen indicios de que la jardinería y la práctica de cultivar plantas por su valor estético se originó en la media luna de Mesopotamia, entre los ríos Tigris y Éufrates, en el actual Irak. Según antiguos escritos, los jardines y huertos de Sumeria hacia el siglo 3 A.C., eran de relevante belleza y se nutrían mediante grandes obras de irrigación que distribuían las aguas del Éufrates sobre los cultivos. Los sumerios vivieron en Mesopotamia entre mediados del siglo 6 A.C. hasta inicios del siglo 2 A.C. Algunos de sus logros arquitectónicos incluyen la casa con patio y las pirámides inclinadas de ziggurat. Fueron los predecesores de la arquitectura de culturas posteriores, como los fenicios, babilonios, asirios, persas, griegos y romanos, entre otras.

Los primeros jardines egipcios que se tienen registro -entre 1504 y 1483 A.C.- estaban constituidos por una planta rectangular atravesada generalmente por un canal para riego y su diseño a veces incluía algún estanque. De hecho la primera misión para la caza de plantas documentada procede de Egipto en 1495 A. C.; este tipo de misiones cobraría importancia en diferentes culturas y dio origen a la propagación

de especies vegetales introducidas a lo largo y ancho del planeta principalmente por fines estéticos, como condimentos y especias de la cocina internacional o como especies medicinales. Los jardines de Egipto son la base de la tradición hortícola occidental, ya que fueron influencia directa de los jardines de Grecia y Roma. Sin embargo, esto también es cierto para los *paradeisoi* de Persia (Gimshaw, 2004).

Los jardines colgantes de Babilonia constituyen la recreación más antigua del *paisaje ideal* en lo que ahora llamamos el mundo occidental, siendo considerados como una de las primeras grandes obras de jardinería y una de las siete maravillas del mundo antiguo (Figura 1). Fueron construidos hacia el año 600 A.C., por Nabucodonosor II (604 A.C. - 562 A.C.), para su esposa Semiramis, para recordarle la vegetación y el entorno natural de Media, su ciudad natal, en el actual Irán. Se ubicaron al este del río Eufrates, en la ciudad de Babilonia, a 50 km de Bagdad. Los registros, tanto escritos como gráficos, indican que eran una serie de terrazas escalonadas construidas a base de bóvedas de piedra que soportaban una gran cantidad de vegetación plantada sobre tierra fértil. En cada nivel había una terraza de 120 metros cuadrados, soportada por bóvedas y columnas de tabiques. Una inmensa escalinata construida de mármol conectaba las terrazas, donde el agua era traída del río Eufrates por medio de un sofisticado e ingenioso sistema hidráulico. En los primeros ocho metros de altura de las terrazas, se plantaron enormes árboles de palmeras, dátiles, pinos y cedros. En los segundos trece metros de altura de las terrazas, se plantaron cipreses y una enorme variedad de árboles frutales. Más arriba aún, en las dos últimas terrazas se plantaron variedades de plantas, como las anémonas, tulipanes, liliás, iris y rosas, estas últimas muy apreciadas por la esposa de Nabucodonosor.

Figura 1. Jardines colgantes de Babilonia (600 A.C.). Representación pictórica



CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA

Estos jardines junto con las terrazas del Zigurat de Nanna en Ur -construidas entre 2113 y 2095 A.C.- representan los más antiguos antecesores de las actuales cubiertas verdes o naturadas y los primeros ejemplos de lo que ahora llamamos *sistemas de naturación*.

Las culturas Asiria y Persa -asentadas en las zonas altas del norte- fueron al igual que muchas otras culturas de forma directa o indirecta, fuertemente influidas por la cultura egipcia y mesopotámica y dieron origen a la costumbre de plantar grandes bosques irrigados por albercas y acequias. Estos “bosques inducidos” que ocupaban enormes llanuras antes desérticas, se convirtieron en un *símbolo del paraíso* y fueron motivo para la ornamentación de diversos objetos de la época. El uso principal de tan vastas zonas ajardinadas fue para la equitación y la caza de animales, ambas costumbres fuertemente arraigadas en estas culturas y extendidas a buena parte de lo que ahora se conoce como el continente europeo.

Entre el 1100 A.C. y el 146 A.C., en la cultura griega, el desarrollo de la jardinería se caracterizó por la plantación de árboles del género *Populus* o árboles del pueblo, en las calles de los principales poblados. Sin embargo, fue hasta que Alejandro Tercero de Macedonia, más conocido como Alejandro Magno, conquistara el imperio persa, incluyendo Anatolia, Siria, Fenicia, Judea, Gaza, Egipto, Bactriana y Mesopotamia, cuando aparece la jardinería formalmente en Grecia. La influencia, principalmente egipcia -de las culturas del imperio persa- marcó la esencia de la jardinería griega y posteriormente en el imperio romano y después en todo el mundo occidental.

A partir de este momento y debido a la influencia mencionada, se empiezan a construir por toda Grecia jardines con plantas procedentes de diferentes países. Este hecho, junto con las influencias ideológicas provenientes de otros lugares, enriqueció enormemente las posibilidades estilísticas de los jardines griegos en comparación con los de las culturas del Imperio Persa. Sin embargo la conformación estilística y la composición de estos jardines siguieron siendo predominantemente geométricas. La casa griega se caracterizó, además de por sus diferentes *órdenes*, es decir el *jónico*, *dórico* y *corintio*, por sus jardines o patios centrales tapiados, rodeados por columnatas que limitaban el espacio de transición entre el jardín y la vivienda. También merecen mención los jardines públicos de Atenas (Figura 2), los cuales se enlazaban mediante paseos porticados al Liceo e incluso se cree estaban fuertemente relacionados con la formación de la escuela filosófica itinerante o peripatética fundada por Aristóteles.

Figura 2. El Ágora (200 A.
C.). Jardín público griego.
Atenas, Grecia.
Centro de las
actividades políticas,
sociales, económicas y
administrativas.
Centro religioso y cultural.
Sede del Ministerio de
Justicia



El jardín griego es uno de los más influyentes en la estética de la jardinería occidental y su emplazamiento geométrico comprende una de las características más constantes de la jardinería europea que ha persistido hasta nuestros días. Tras la batalla de Corinto -la cual es considerada como el hecho que marca la consumación de la conquista romana de Grecia- la civilización romana se ve fuertemente influida por la griega en diversos aspectos, y la jardinería no fue la excepción. La casa romana tenía similitudes con la griega y por lo general contaba con un jardín porticado ubicado al fondo de las estancias llamado *hortus* o *peristilo*.

Por lo tanto, todo diseño deriva de impresiones del pasado, conscientes o subconscientes, y el paisaje colectivo moderno se inspira en los jardines y parques históricos y en formas que fueron creadas en su día por motivos sociales completamente distintos. Aquellos a su vez, también derivaban fundamentalmente de impresiones del mundo: lo clásico, de la geometría de la agricultura; lo romántico, del paisaje natural.” (Jellicoe y Jellicoe, 2004).

En el ámbito urbano y tomando como modelo las villas rústicas dedicadas a cultivos, los romanos crearon villas urbanas que estaban rodeadas por jardines. Las espléndidas villas romanas solían emplazarse a las afueras de Roma sobre colinas aterrazadas en las que se podían encontrar todo tipo de elementos lúdicos, tales como peristilos, nin-

CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA

feos, cenadores y esculturas. Uno de los ejemplos más representativos de las villas romanas es el del emperador Adriano, el cual se caracterizaba por su magnificencia y su elegante paisaje; la villa fue el más grande ejemplo romano de un jardín tipo alejandrino, recreando un paisaje sagrado (Figura 3). Mientras los gobernantes gozaban de la opulenta belleza de sus jardines privados, el resto de los ciudadanos de Roma debían conformarse con los jardines adosados a las termas públicas, que constituían lugares mucho menos valiosos desde el punto de vista estético, pero valiosos por su carácter público.

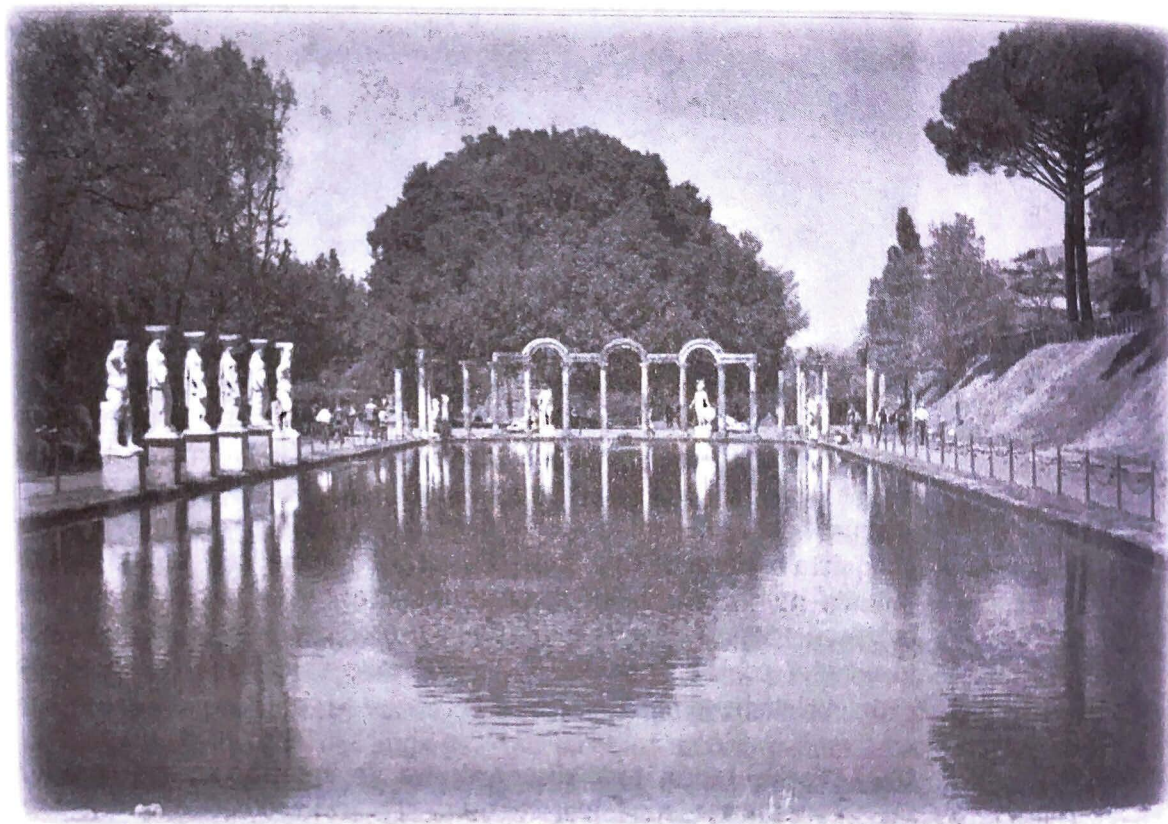


Figura 3. Villa Romana de Adriano, ubicada en Tibur, actual Tivoli, Italia

Otra aplicación de la vegetación en proyectos de espacios públicos es el realizado en el Crystal Palace, ubicado en Londres, Gran Bretaña, durante la Primera Exposición Universal en 1851 (Figura 4). También es importante mencionar los Jardines Botánicos denominados Kew Gardens, en la misma ciudad (Figura 5).

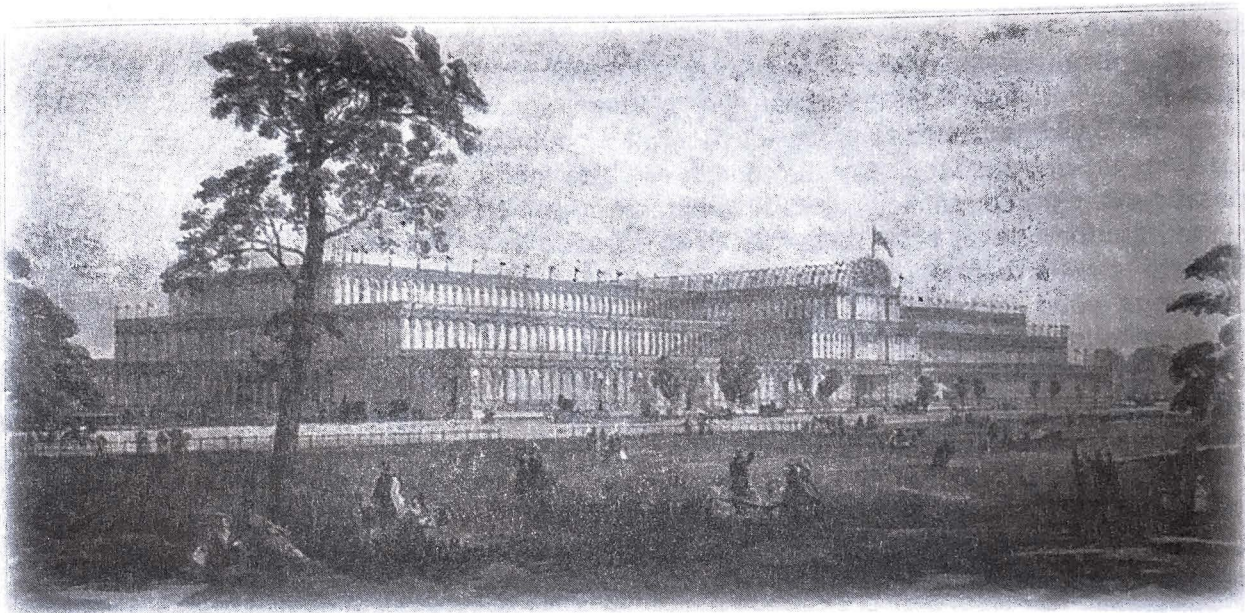


Figura 4. Crystal Palace.
Primera Expo Universal
Londres, Gran Bretaña



Figura 5. Jardines
Botánicos Kew Gardens.
Ubicación: Londres, Gran
Bretaña

APLICACIONES SUSTENTABLES DE LA VEGETACIÓN EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. SISTEMAS DE NATURACIÓN DE CUBIERTAS

Dentro del campo de la *arquitectura bioclimática, ecológica o sustentable*, el uso de la *vegetación* como elemento de diseño ha venido aplicándose en diversos géneros de edificaciones en las últimas décadas. Es incluso factible decir que si bien la combinación de elementos arquitectónicos y espacios naturales inducidos, data desde los orígenes del quehacer arquitectónico, es hasta mediados del siglo pasado que esta combinación se utiliza para fines primordialmente de sustentabilidad en las actividades de la construcción de edificaciones. En este escenario, y a partir de los años 50 del Siglo xx, el uso de **sistemas para la naturación de cubiertas** alcanza popularidad y se desarrolla principalmente en Alemania y otros países europeos. A partir de la década de los 80 del Siglo xx, en casi toda Europa se ha venido desarrollando y aplicando esta tendencia de implementación de sistemas de naturación (Neila, *et al.*, 1999) y, desde los 90, se ha hecho también extensiva al continente americano (Velázquez, 2005).

Los sistemas de naturación pueden ser definidos como “el tratamiento técnico de superficies edificadas horizontales o inclinadas, individuales o agrupadas, mediante el cual se incorpora en un elemento o grupo de elementos constructivos tradicionales y capas de medio de crecimiento y vegetación, especialmente adaptada a las condiciones físicas y climáticas del sitio en que se instala, creando una superficie vegetal inducida” (Gobierno del Distrito Federal: 2008). Un sistema de naturación para cubiertas también se le conoce como techo verde, azotea verde, cubierta ajardinada o cubierta de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. Este sistema implica un cambio de tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía; es decir, tecnologías que cumplen una función ecológica y sustentable. Algunas de las principales ventajas de los techos verdes en las edificaciones son:

- Mejoran el comportamiento térmico de la envolvente constructiva exterior, tanto durante el período de bajocalentamiento como de sobrecalentamiento y coadyuvan a la climatización natural de los espacios intramuros y, por lo tanto, contribuyen al confort térmico y al ahorro de energía. Funcionan como masa térmica adicional
- Funcionan como filtros pluviales y para control del ruido
- Reducen el impacto de la radiación solar sobre la techumbre

- Actúan como barrera acústica para control del ruido (por ejemplo, el suelo o sustrato bloquea los sonidos de baja frecuencia y las plantas los de alta frecuencia)
- Permiten el cultivo de frutas, verduras, hortalizas y flores
- Reducen el riesgo de inundaciones
- Prolongan la vida del techo
- Filtran contaminantes y metales pesados del agua
- Absorben el CO₂ del aire circundante
- Protegen la biodiversidad de las zonas urbanas
- Contribuyen a mejorar la imagen urbana
- A nivel urbano, reducen el efecto nocivo de la isla de calor
- Integran el edificio al ecosistema circundante
- Reducen el estrés de los ocupantes
- Incrementan el valor de la construcción y aumentan la plusvalía de los edificios, entre otras ventajas y beneficios.

No obstante, existen muy pocos estudios sobre las posibilidades de aplicación de los sistemas de naturación como elementos de diseño bioclimático y menos aun estudios -si no es que ninguno- enfocados a las condiciones bioclimáticas de la Ciudad de México. Si bien encontramos textos que expresan la utilidad de estos sistemas para el diseño arquitectónico bioclimático, no muestran de forma clara cómo aplicarlos para los fines mencionados y son, en general, estudios realizados por investigadores de disciplinas ajenas a la arquitectura bioclimática.

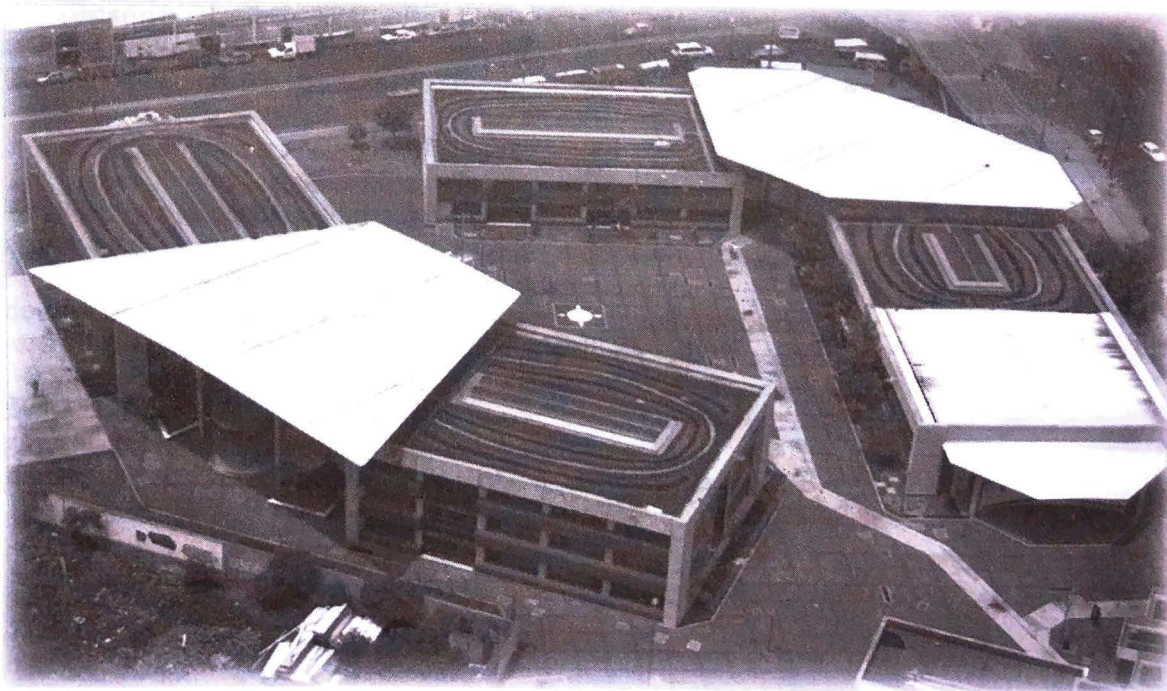
En un estudio que trate la importancia de los sistemas de naturación para la sustentabilidad arquitectónica en México, resulta necesario mencionar que el impulso al uso de sistemas de naturación en nuestro país ha sido lento y que a diferencia de la mayoría de los países desarrollados, aquí ha sido el gobierno quien más impulso ha dado a estos sistemas. Un ejemplo de ello es la Delegación Xochimilco, que en el año 2004 puso en marcha un programa para construir cubiertas verdes, principalmente en escuelas primarias y secundarias públicas que no contaban con áreas ajardinadas. (Feijóo, 2007). La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA) publicó en el 2008 la Norma Ambiental para el Distrito Federal nadf-013-rnat-2007, la cual establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal. Además construyó entre 2007 y 2008 un total de 8,708m² de cubiertas naturadas (Figuras 5, 6 y 7), principalmente en edificios del Instituto de Educación Media Superior (IEMS).

CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA



Figura 6. Escuela
Preparatoria Coyoacán
"Ricardo Flores Magón"

Figura 7. Escuela
Preparatoria Coyoacán
"Ricardo Flores Magón"
Vista aérea



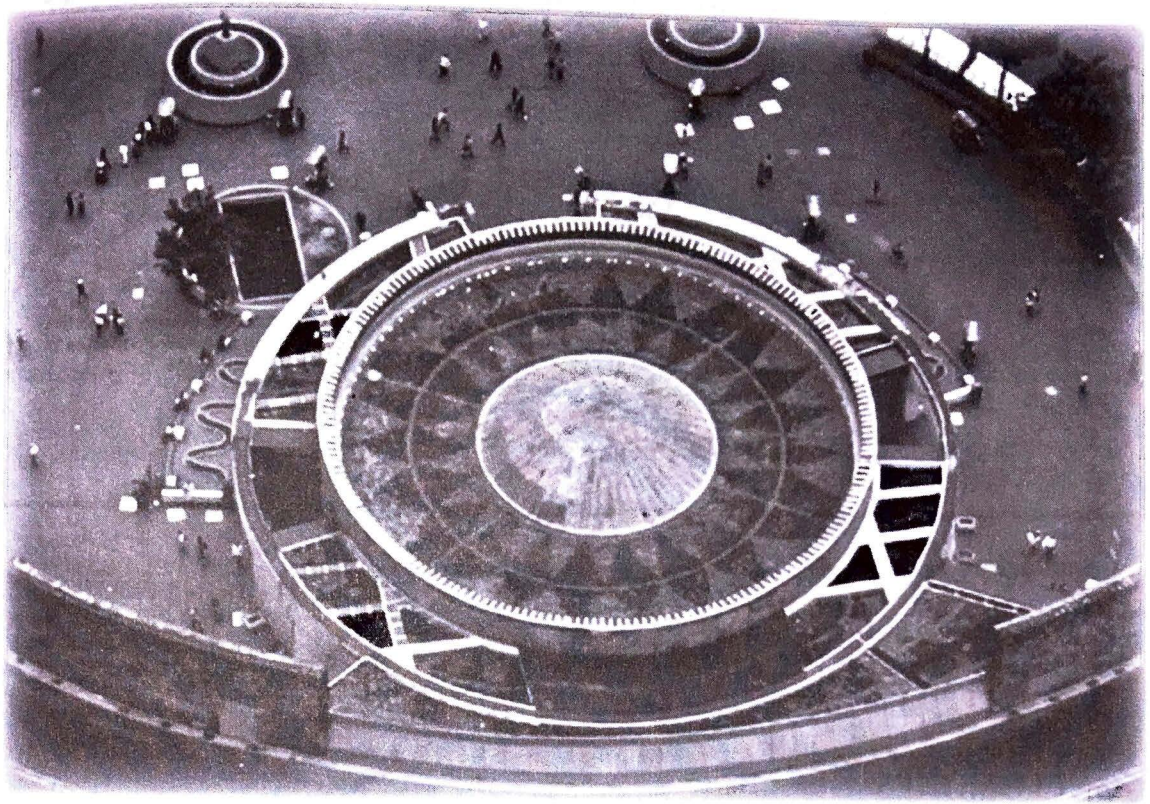


Figura 8. Naturación de la estación del metro Insurgentes

Como puede observarse, uno de los sectores que más ha recibido el beneficio de implementar sistemas de naturación en las cubiertas de sus edificios es el educacional. Además los sistemas instalados en estos inmuebles siguen el procedimiento constructivo indicado en la norma ambiental NADF-013-RNAT-2007 (Figura 8), que requiere una evaluación respecto a sus beneficios y posibilidades dentro de la arquitectura bioclimática y sustentable. Además, los edificios para la educación en nuestro país ofrecen una fuerte oportunidad para el desarrollo de la investigación de superficies naturadas, debido a que se han formulado desde el siglo pasado normatividades y tipologías para la construcción de las mismas.

CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA

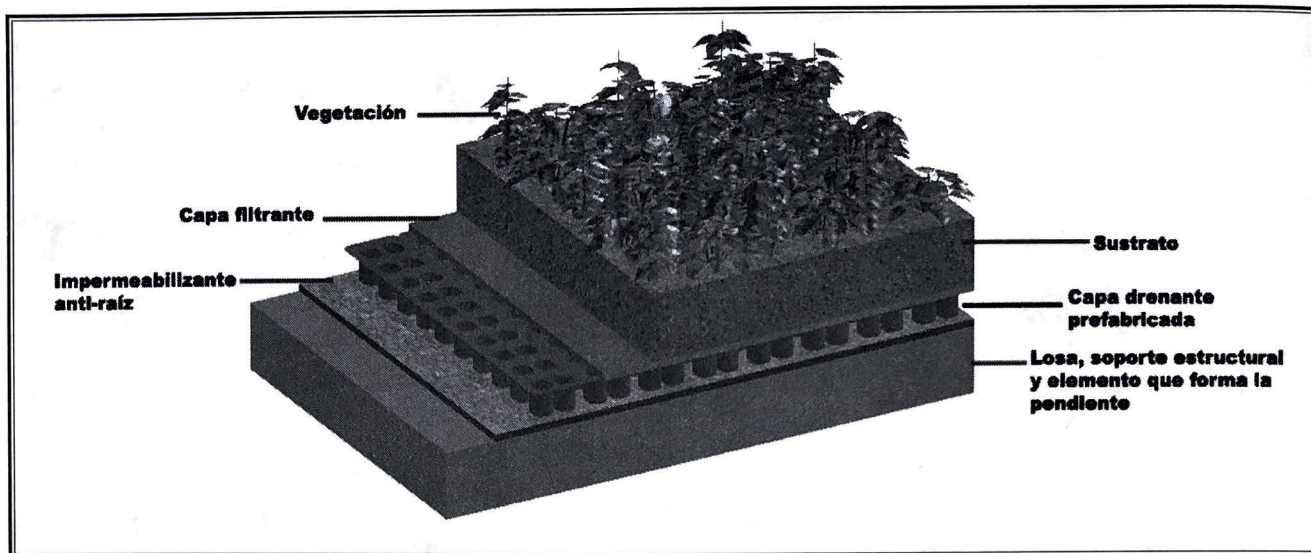


Figura 9. Corte 3D del sistema constructivo de naturación para cubiertas (NADF-013-RNAT, 2007)

CONCLUSIONES

Los sistemas de naturación en cubiertas de edificaciones para obtener confort térmico y ahorro de energía comprenden una alternativa viable y actualmente resulta pertinente enfocar un estudio acerca de las posibilidades de aplicación de los sistemas para la naturación de cubiertas como elementos para el diseño bioclimático de edificios en la Ciudad de México. En este sentido, la presente investigación muestra las posibilidades de aplicación de estos sistemas, como herramientas para el diseño bioclimático de edificaciones en México. Con la aplicación de esta alternativa se podrán mejorar las condiciones de confort térmico en el interior de los espacios arquitectónicos y reducir el consumo de energía, además de coadyuvar al mejoramiento del medio ambiente con criterios integrales y compatibles con el desarrollo sustentable, enfocados también a optimizar la calidad de vida.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

1. García Chávez, J. R. (Comp.), *Hacia una arquitectura ecológica y sustentable*, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2000.
2. García Chávez, J.R., *Diseño bioclimático para ahorro de energía y confort ambiental integral*. UAM, México, 1996.
3. García Chávez, J. R. et al., *Introducción a la arquitectura bioclimática*, Limusa, México, 2003.
4. Gimshaw, John, *Atlas de jardinería, Los orígenes, descubrimiento y cultivo de las plantas de jardín más populares del mundo*, Edilupa ediciones, España, 2004.
5. Jellicoe, G., Jellicoe, S. (1975), *El paisaje del hombre: la conformación del entorno desde la prehistoria hasta nuestros días*, Gustavo Gili, Barcelona, España, 2004.
6. Neila, Javier, Bedoya, César, Britto, Celina, *Naturación urbana: cubiertas ecológicas y mejora medioambiental*, Julián Briz, Mundi-Prensa, Madrid, España, 1999.
7. Scott, A. ED, *Dimensions of Sustainability*, E & FN Spon, eBook, London, England, 2005.
8. Velazquez, Linda, S., *Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium*, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management, 2005.
9. Wofgang, R., Franz, R., "Necesidad de naturación de grandes áreas edificadas", en *Agricultura. Revista Agropecuaria*, Núm. 749, pp.1035-1038, Editorial Agrícola Española, Madrid, España, 1994.

LEGISLACIÓN

1. Gobierno del Distrito Federal, "Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT-2007 Que establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, Décima séptima época, Núm. 491, Corporación Mexicana de Impresión, México, 2008.