

## **Diseñando edificaciones basadas en materiales sustentables**

**Miguel-Isaac Sahagun Valenzuela (\*) e Ixchel Astrid Camacho Ixta (\*\*)**

**Resumen:** La enseñanza del diseño arquitectónico en zonas desérticas pone énfasis en la integración de elementos que responden a problemas con la ganancia de calor, entre los cuales se encuentran los medios mecánicos A/C. Cuando estos se aplican indiscriminadamente sube el consumo eléctrico, aumentando el daño al medio ambiente, para evitarlo se requiere que desde el aula se diseñe tomando en cuenta materiales naturales que propicien una menor carga térmica en la edificación. Debido a lo anterior se planteó que los alumnos construyan cubiertas verdes, para que comprendan la facilidad de elaboración e implementación y la disminución de la huella ecológica que pueda dar la edificación sobre el entorno.

**Palabras clave:** Edificación – Materiales - Ecosistema Natural – Sustentabilidad - Diseño Arquitectónico

**Abstract:** The teaching of architectural design in desert areas emphasizes the integration of elements that respond to problems with heat gain, among which are the mechanical A/C. When they apply indiscriminately electricity consumption rises, increasing the damage to the environment, is required to prevent it from the classroom is designed taking into account natural materials that promote a lower thermal load on the building. Because of this it was suggested that students build green roofs, to understand the ease of preparation and implementation and decreased environmental footprint that can give the building on the environment.

**Keywords:** Buildings, Materials, Natural Ecosystem, Sustainability, Architectural Design.

**Resumo:** O ensino do desenho arquitetônico em áreas desérticas enfatiza a integração de elementos que respondem a problemas com o ganho de calor, entre as quais a mecânica A/C. Quando eles se aplicam indiscriminadamente sobe de consumo de energia elétrica, aumentando o dano ao meio ambiente, é necessário para evitar que a sala de aula é projetada tendo em conta os materiais naturais que promovem uma menor carga térmica do edifício. Devido a isso, foi sugerido que os alunos constroem os telhados verdes, para compreender a facilidade de preparação e implementação e diminuição da pegada ambiental, que pode dar ao edifício no meio ambiente.

**Palavras Chave:** Edificação – Materiais - Ecosistema Natural – Sustentáveis - Concepção Arquitetônica.

## **Introducción**

Las edificaciones son un importante consumidor de energía, en México, el 23% es consumida por el sector doméstico (Torres, 2000). La reducción en el consumo eléctrico conlleva una disminución en la emisión de gases contaminantes, y además una fracción del ingreso familiar se destinada al pago del servicio. Para poder satisfacer las necesidades de confort térmico sin el consumo excesivo de energía se requiere de materiales naturales y sistemas constructivos que logren disminuir la ganancia de calor hacia el interior de la edificación; el diseño adecuado de la envolvente arquitectónica por medio de sistemas de enfriamiento natural tiene dicho propósito.

En zonas con clima cálido seco, se requiere de construcciones diseñadas pensando en sistemas de enfriamiento natural, para así tener temperaturas que se mantengan dentro de la zona de confort térmico, con un consumo mínimo de energía eléctrica por climatización artificial. La plantación de vegetación en los elementos arquitectónicos contribuye a la adecuación bioclimática, además proporciona una mejora en la calidad del aire, regula la temperatura y funciona como aislante térmico y acústico.

El objetivo de la enseñanza del diseño con base en materiales naturales es que los alumnos conozcan el comportamiento térmico de las edificaciones en clima cálido seco por medio de un monitoreo de temperaturas en módulos de prueba, para determinar la diferencia de temperatura, entre el interior y el exterior, en dos periodos, uno con temperaturas cálidas y otro entre la transición de cálido a frío, de esta forma los alumnos irán tomando conciencia de cuanto se puede mejorar el confort de una edificación mientras se utilizan elementos naturales que benefician al medio ambiente.

## **Desarrollo del proyecto**

El trabajo se realizó en Mexicali, Baja California, ciudad del noroeste de México, que se encuentra en una latitud de 32°39'54" N y longitud de 115°27'21" O, con una altura sobre el nivel del mar de cuatro metros. El clima es de tipo cálido seco, con temperaturas promedio de máximas de 42°C (con máximas extremas de 50°C) y temperaturas promedio de mínimas de 8°C, (con mínimas extremas de -3°C).

## **Características físicas del módulo**

Se construyó el módulo con un interior cúbico de 1x1x1m en su parte exterior sus medidas fueron de 1.42x1.42x1.70m, los muros fueron a base de hoja de yeso de 0.01m de espesor y poste metálico de 0.15m, con placas de poliestireno de 0.05m como aislante en todo el exterior, se cubrió el exterior con mortero cemento arena proporción 1:5 de 0.01m excepto la cubierta. Para evitar infiltraciones de aire se sellaron todas las ranuras interiores con yeso, como acabado final a las paredes exteriores se les aplicaron pintura vinílica de color blanco.

La cubierta verde tuvo un ancho y largo de 1x1m con 0.15m de profundidad, los cuales están rellenos con sustrato y con plantas de tipo desértico, la losa de concreto armado tiene un espesor de 0.1m con 2% de acero.

Se ubicó el módulo en la azotea de un edificio en construcción a una altura sobre el nivel del mar de 18m y a cuatro metros de distancia de la orilla de la azotea con respecto

al oeste y 10m con respecto al este, el lugar reunió las condiciones de ser de fácil acceso para recuperación de los datos y además cuenta con protección para los instrumentos de monitoreo utilizados.

### **Selección de vegetación**

Para la selección de la vegetación a utilizar en una cubierta verde se deben evaluar: 1) Disponibilidad de plantas en el mercado, 2) Comportamiento de la naturación ante el clima, 3) Requerimiento de riego, 4) Dificultad de su instalación en la cubierta, 5) Tamaño final de la planta, 6) Espesor y profundidad de las raíces, 7) Tipo de nutrientes y fertilizantes que se necesitan, 8) Tiempo que transcurren entre cada podada, 9) Época en la que mejor se desarrolla la planta, 10) Resistencia a ser pisado y 11) Temporada del año que en que la vegetación se mantiene viva o seca.

Con base en lo anterior los alumnos recorrieron la ciudad buscando en diversos viveros los tipo de planta más comunes en el mercado, realizaron un listado para identificar cuál de estas tiene menor consumo de agua, se analizaron para conocer cuál sería su tamaño final, el tamaño de sus raíces y de estas se eligió las plantas que perduraran la mayor parte del año. Según lo analizado las plantas seleccionadas para la cubierta verde en la zona de Mexicali son las siguientes; Pennisetum setaceum (cola de zorro), portulacaria afra (oreja de ratón) y agave lechuguilla (la lechuguilla). El riego sobre la cubierta verde fue de 3 L/m<sup>2</sup> cada 24 horas.

### **Resultados periodo cálido**

En el periodo cálido se observó que las temperaturas del interior de los módulos se mantuvieron inferiores a las del exterior. Se obtuvieron diferencias de temperatura del módulo de prueba con cubierta verde de hasta 36% menores que en el ambiente, en el módulo con poliestireno se obtuvieron diferencias hasta de 27% con respecto al ambiente.

Se calcularon las temperaturas máximas y mínimas, así como las diferencias entre módulos y medio ambiente. Se compararon los resultados del módulo de prueba con cubierta verde contra el de cubierta de poliestireno y el ambiente. La temperatura interior del módulo con cubierta verde se mantuvo 15°C por debajo de la temperatura máxima del ambiente en las máximas. La cubierta artificial de poliestireno se mantuvo 12°C por debajo del ambiente en sus temperaturas máximas.

### **Resultados periodo de transición**

En el periodo de transición las temperaturas internas de los módulos se mantuvieron por debajo del ambiente al igual que en el periodo cálido. La diferencia en la cubierta verde fue un 44% inferior con respecto al ambiente. En la cubierta artificial de poliestireno la diferencia fue un 40% inferior con respecto al ambiente.

Se calcularon la temperatura interior de los módulos y del medio ambiente y se identificaron las temperaturas máximas y mínimas en periodo de transición. Se puede apreciar que por el efecto de retardo térmico y la evaporación del agua las temperaturas del interior del módulo con cubierta verde son inferiores a las temperaturas del medio ambiente.

La temperatura de la cubierta verde en el interior se mantuvo 14°C por debajo de la temperatura máxima del ambiente. La cubierta artificial de poliestireno se mantuvo 12°C por debajo del ambiente en sus temperaturas máximas.

### **Comparación de resultados de los dos periodos**

La cubierta verde tiene una diferencia de temperatura máxima entre el interior y el ambiente de 15°C en periodo cálido y de 14°C en la periodo de transición. En mínimas tanto en periodo cálido como periodo de transición se mantuvo una diferencia cercana a los 2°C, la cual es superior al ambiente, esto se debe a la estabilización de las temperaturas en el interior de los módulos.

La cubierta artificial de poliestireno mantuvo diferencias menores a la cubierta verde, su diferencia de temperatura máxima entre el interior y el ambiente fue de 12°C en periodo cálido y de 12°C en el periodo de transición.

### **Conclusiones**

En este trabajo los alumnos conocieron la facilidad de construcción y conceptualización de una cubierta con elementos naturales, se probaron los beneficios de una cubierta verde en comparación con la construcción de una cubierta artificial. También se puede ver a la cubierta verde como un competidor o incluso un sustituto de la cubierta artificial de poliestireno el cual es el protector solar que se utiliza comúnmente en las cubiertas de las distintas ciudades de México.

El beneficio ambiental se multiplica ya que el protector aislante de calor convencional se produce industrialmente generando gases tóxicos contaminantes, mientras que la cubierta con elementos naturales por el proceso de fotosíntesis oxigena el medio ambiente y ayuda a crear micro climas, los cuales ayudan a la limpieza del aire de las ciudades y al regreso al ecosistema natural de la porción de tierra que se le quito al edificar el terreno, si bien este efecto solo podría ser significativo a gran escala.

Los resultados de este trabajo exploratorio revelan la importancia de que los alumnos trabajen con sus propias manos, esto les da una perspectiva diferente de lo que se puede hacer con elementos vivos en una edificación y al mismo tiempo comprenden lo fácil que es su implementación de este modo se comienza a fomentar en ellos la utilización de elementos bioclimáticos naturales en sus futuros diseños.

### **Bibliografía**

- Torres, F. (2000).** “El cambio de horario su impacto en la economía de los hogares urbanos de México.” UNAM. México.
- Samano, A. (1996).** “Diseño Bioclimático de Edificios” Curso de actualización en energía solar. UNAM Mexico
- Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., Mihalakakou, G. (2001).** “Analysis of the green roof thermal properties and

investigation of its energy performance”. *Energy and Buildings* Vol. 33 pp 719-729, 2001

**Sailor, D.J. (2008).** “A green roof model for building energy simulation programs.” *Energy and Buildings*, Vol. 40 pp.1466-1478.

**Renato, M., Lazzarin, F., Castellotti, F. (2005).** “Experimental measurements and numerical modeling of a green roof.” *Energy and Buildings*, Vol. 37 pp.1260-1267.

**Minke, G. (2000).** “Techos Verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos. Uruguay”: Editorial Fin de Siglo.

**Pilar, C., Caceres, M., Boscarino, L., Vedoya, D. (2010).** “Diseño y materialización de techos verdes. Estudio preliminar sobre aspectos tecnológicos, económicos y culturales.” *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Noroeste. Argentina.

**Kosareo, L., RIES. R. (2006).** “Comparative environmental life cycle assessment of green roofs.” *Energy and Environment*, Vol. 42 pp.2606-2613.

**(\*) Miguel Isaac Sahagun Valenzuela.** Arquitecto egresado de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California, Maestro en Arquitectura por la Facultad de Arquitectura y Diseño, Facultad de Ingeniería e Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Profesor de carrera de tiempo completo del Centro de Ingeniería y Tecnología Unidad Valle de las Palmas de la Universidad Autónoma de Baja California. Área de Interés: Diseño Arquitectónico, Energías renovables y Arquitectura bioclimática.

**(\*\*) Ixchel Astrid Camacho Ixta.** Licenciado en Arquitectura egresada del Instituto Tecnológico de Tijuana, Maestra en Ciencias en Ingeniería de la Construcción por el Instituto Tecnológico de Tijuana, Profesora de carrera de tiempo completo del Centro de Ingeniería y Tecnología Unidad Valle de las Palmas de la Universidad Autónoma de Baja California. Áreas de Interés: Diseño Arquitectónico, Materiales Sustentables.