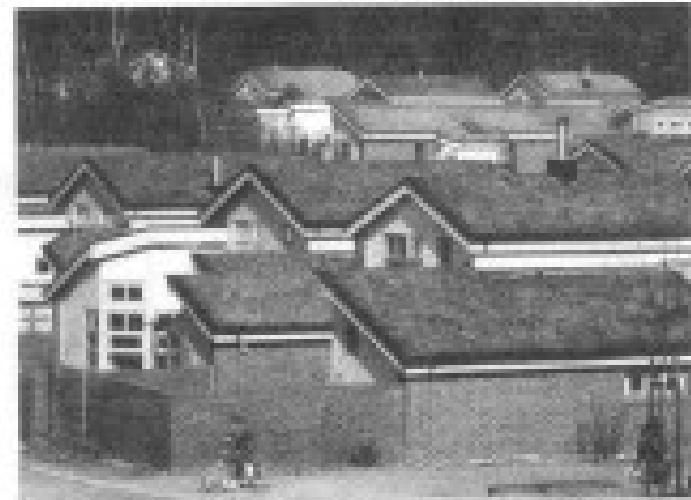


#1

TECHOS VERDES INCLINADOS

Material extraído de "Inclined green roof
Ecological and economical advantages and
passive heating and cooling effect"
Gernot Minke
Building Research Institute, University of Kassel



PROYECTO HORNERO
agronomía + arquitectura

TECHOS VERDES INCLINADOS – VENTAJAS ECONÓMICAS Y ECOLÓGICAS Y EFECTO PASIVO DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Traducción: Irene Rivoir – Proyecto Hornero

Gernot MINKE: Building Research Institute (BRI), University of Kassel,
MenzelstraBe 13, 34109 Kassel, Germany Tel.: +49-561-804-5315, 5312, Fax: +49-
561-804-5428 - E-mail: feb@architektur.uni-kassel.de

RESUMEN: En regiones climáticas especiales de Australia y EEUU los techos verdes son ya completamente comunes, pero debido a su espesa cubierta de tierra son aún más caros que los techos usuales. Sistemas de techos verdes de césped y hierbas silvestres en capas delgadas de tierra de 8 a 18 cm. solamente e inclinaciones de 5 a 30% usadas en el presente en muchos edificios de Alemania y Escandinavia, probaron no solo que reducen la polución ambiental y ahorrar energía de calefacción y refrigeración , sino también que son más económicos que el techado común, cuando se tiene en cuenta su vida útil. Se da un informe de las ventajas de los techos verdes inclinados con cubierta delgada de tierra versus el techado común, describe los diferentes sistemas “extensivos”, explica sus efectos físicos y los nombres de las plantas adecuadas para cada solución. También son expuestos los resultados de un proyecto de investigación, en el que el efecto refrigerante en verano y el efecto de calefacción en invierno fueron medidos en un techo verde en Alemania. Tema de la conferencia 1.2 Efecto Pasivo de calentamiento y refrigeración.

1. INTRODUCCIÓN

En el centro de grandes ciudades podemos observar varios efectos negativos debidos a impermeabilización de la superficie del suelo, la densidad de edificios, el tráfico y la calefacción de edificios: aumento de la polución y disminución del oxígeno contenido en el aire, aumento de la temperatura del aire y nubes de polvo sobre la ciudad.

Se sabe muy bien que los parques, árboles densos en calles y otras áreas verdes en las ciudades, reducen estos efectos negativos considerablemente. Los techos verdes optimizados descritos en el siguiente texto, con un área de hoja verde 5 a 10 veces más elevada que la de un parque, son medios mucho más efectivos y económicos para crear mejores condiciones climáticas de vida en las ciudades. Además de estas ventajas para el microclima de las ciudades, hay más efectos positivos para los usuarios de los edificios con techos verdes. Los más interesantes son: el efecto refrigerante en verano, el efecto de calefacción en invierno y el aumento de la vida útil del techo.

2. FUNCIONES FÍSICAS DE LOS TECHOS VERDES

2.1 Efecto refrigerante en verano

La transmisión de calor a través de un techo del exterior al interior puede ser reducida en más del 90% a través de un techo verde. Mediciones en Alemania en verano muestran que incluso en períodos de calor extremo con temperaturas de 35°C, la temperatura por debajo de un techo verde nunca excedía los 25°C. La figura 1 representa curvas de temperatura en un período de 6 días en verano, medidas a una profundidad de 10 cm. dentro de la capa de tierra de un techo de tierra con y sin vegetación, mostrando que la vegetación redujo la temperatura de la tierra hasta 29°C. Mientras que la temperatura de la tierra sin vegetación varió en este período de 7°C a 48°C, varió solamente de 15°C a 19°C cuando estaba cubierta con vegetación.

En la figura 2 son mostradas las temperaturas de un período en otoño, dentro de un techo verde en Alemania que existe de 16 cm. de tierra cubierto con césped silvestre. Cuando la temperatura del aire alcanzó 30°C, la temperatura por debajo de la tierra era solo de 17,5°C.

Este efecto refrigerante es producido principalmente por el efecto de evaporación y sombra de la vegetación, pero también por su habilidad para reflejar la radiación solar y por el consumo de energía mediante la fotosíntesis y el almacenamiento de calor a través del agua retenida.

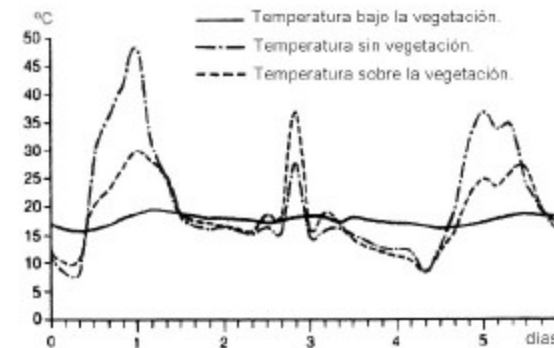


Figura 1: Temperaturas de un techo verde en Alemania durante el verano. [1]

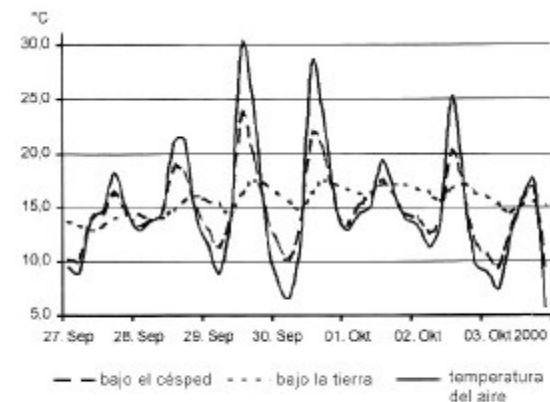


Figura 2: Temperatura de un techo verde en Alemania durante el otoño.

2.2 Efecto de calefacción en invierno.

Si la vegetación está formando una capa densa como una piel de oso, aumenta el efecto de aislación térmica del techo eficazmente. La figura 3 muestra las curvas de temperatura de un techo verde y de un techo de grava, medidas a una profundidad de 5 cm. durante un periodo de 4 días durante el invierno en Alemania. Mientras que la temperatura del aire llegaba a -11°C , la temperatura de la tierra era solo de -2°C . En la figura 4 son mostradas las temperaturas durante una semana en enero del mismo techo de la figura 2. Cuando la temperatura del aire alcanzaba los -14°C , la temperatura bajo los 16 cm. de tierra era de solo 0°C . Al mismo tiempo la temperatura sobre la tierra, es decir, bajo el césped era de aproximadamente -3°C como mínimo.

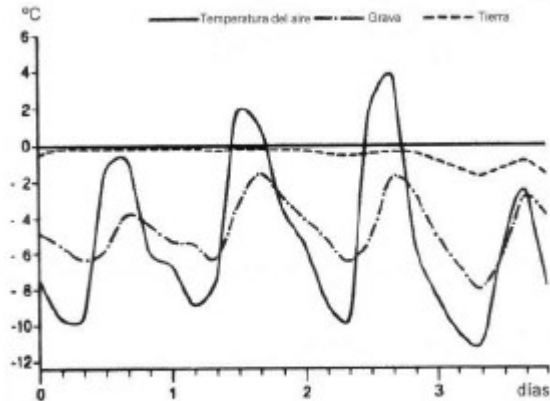


Figura 3: Temperatura a una profundidad de 5 cm de un techo verde y un techo cubierto con grava durante el invierno en Alemania. [1]

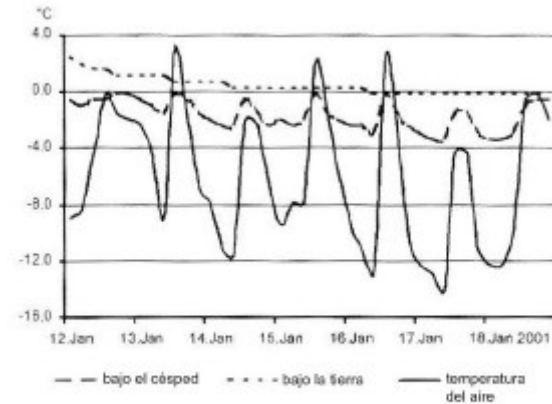


Figura 4: Temperatura de un techo verde en Alemania durante el invierno.

Estos efectos provienen principalmente del efecto de aislación térmica del colchón de aire dentro de la vegetación y el hecho de que el viento frío no golpea la superficie de la tierra. Otros efectos menores son la masa térmica de la capa de tierra, la reflexión de los rayos infrarrojos del edificio por las plantas y la producción de calor si se forma rocío en la mañana (la condensación de 1 g de agua libera 530 calorías de calor).

2.3 Retraso del drenaje

Según la norma Alemana Standard DIN 1986 un techo verde con 10 cm. de tierra libera solo 30% de las precipitaciones, el resto es almacenado y evaporado. Esto puede significar una considerable reducción de las dimensiones del sistema de desagüe. Pero mucho más importante es el efecto de retraso del drenaje. La figura 5 muestra la cantidad de agua drenada de un techo verde con 14 cm. de sustrato y 12° de inclinación después de 18 horas de intensa lluvia. El drenaje solo comenzó después de 12 horas de lluvia y continuó 21 horas después que la lluvia había parado. [2]

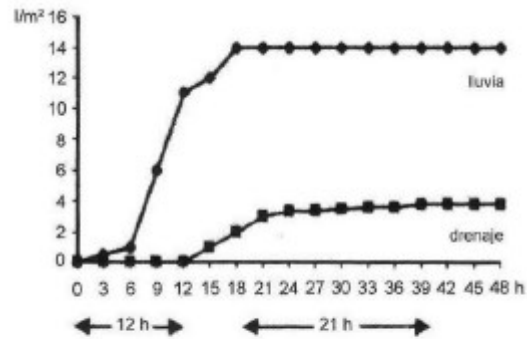


Figura 5: Cantidad de lluvia y drenaje en un techo verde inclinado después de fuertes lluvias de 18 horas de duración en septiembre de 1989 en Alemania [2].

2.4 Absorción del sonido

Mientras que la vegetación de un techo verde absorbe solo 2-3 dB, la tierra actúa como una fuerte barrera acústica. Una capa de tierra húmeda de 12 cm de espesor reduce la transferencia de sonido en 40 dB y una capa de 20 cm la reduce en 46 dB.

2.5 Resistencia al fuego

En Alemania los techos verdes son considerados como "techumbre sólida" ("solid roofing"), que significa que no se queman y son resistentes al fuego siempre que la capa de tierra tenga por lo menos 3 cm de espesor.

2.6 Efecto de protección para la cubierta del techo

Cubiertas como las membranas de bitumen o alquitrán, ripias de bitumen o madera, tablas de madera o planchas de plástico, se deterioran al exponerse a los rayos UV y a grandes diferencias de temperatura. Esto es eliminado mediante una cubierta de sustrato y vegetación, por lo tanto los techosverdes, si están bien diseñados, tienen una extremadamente larga vida útil y difícilmente necesitan cuidado o reparación.

2.7 Significado del área de hoja verde

Los efectos positivos de los techos verdes son mayores cuanto más densa y espesa sea la capa de vegetación. Esto usualmente se corresponde con su área de hojas. Investigaciones de la BRI demostraron que un parque común de césped en Alemania con un promedio de 5 cm de altura tiene aproximadamente 9 m² de área de hojas por cada m² de área parqueada, mientras que un techo de tierra con una leve inclinación con una densa cubierta de césped silvestre tiene más de 100 m² de hojas por m² de superficie de techo en verano. Esta densa vegetación solo puede ser

alcanzada en el clima medio-europeo si el sustrato es de 12-18 cm de ancho y la inclinación del techo está entre 5 y 40% (3 a 22°).

Pero una densa vegetación sedum en 8 cm de sustrato solo alcanza 2,4 m² de superficie de hoja verde.

3. SISTEMAS, ASPECTOS DE DISEÑO

3.1 General

Los techos verdes sin inclinación necesitan tener o más de 30 cm de sustrato (tierra) o una capa especial para drenaje. En el primer caso la vegetación crece más alta, necesita cuidado y usualmente regado y nutrición, - estos techos son llamados techos verdes "intensivos", pero no son tratados aquí. Si el sustrato es solo de 3 a 15 cm, se necesita una vegetación especial, que es resistente a la sequía y en climas más fríos también a las heladas: césped y hierbas silvestres o especies especiales de sedum o siemprevivas. Este tipo de techos verdes son llamados "extensivos", no necesitan cuidados y ofrecen soluciones muy económicas.

3.2 Influencia de la inclinación

La ventaja en los techos verdes inclinados es que no necesitan de una capa especial de drenaje si la inclinación es de más del 5% (3°). Pero con pendientes de más de 20 o 30% (11 a 17°) se necesitan barreras especiales u otro recurso, que impida que el sustrato se deslice. También es más difícil trabajar sobre la pendiente.

3.3 Influencia del espesor del sustrato

Los techos verdes extensivos, que no necesitan cuidados deben tener un espesor de sustrato de no más de 15 a 18 cm con poca sustancia nutritiva. De otra forma la vegetación crece en altura, se vuelve sensible al viento y la sequía, y puede no sobrevivir o necesitar cuidado y mantenimiento como los techos verdes "intensivos".

Debido al espesor del sustrato y las condiciones climáticas, deben ser seleccionados diferentes tipos de plantas.

En el clima del centro y el norte europeo es posible construir techos verdes inclinados con solo 3 cm de espesor de sustrato. En este caso solo especies de musgo o sedum son aptas para sobrevivir si son resistentes a la sequía y las heladas.

Obviamente no pueden crear una capa verde densa y espesa y por lo tanto tienen muy poco efecto positivo con respecto a la calefacción y refrigeración pasiva.

Con un espesor de sustrato de 5 a 10 cm, una mezcla de especies de sedum y allium junto con césped silvestre como poa compressa, poa pratensis angustifolia, festuca vivipara y bromus tectorum forman una cubierta bastante densa.

La más espesa cubierta con los mejores efectos de refrigeración y calefacción pasiva tanto como la mayor vida útil, puede ser creada por una capa de sustrato de 14 a 18 cm de espesor cubierta con césped silvestre como festuca rubra genuina, festuca rubra commutata, festuca ovina, festuca scorparia, poa pratensis junto con algo de allium schoenoprasum, thymus pulegiodes, thymus serpyllum. [3]

Un sustrato usual de suelo superficial mezclado con 50% de agregado de bajo peso como piedra pómez, escoria, arcilla expandida o pizarra expandida pesa

alrededor de 1000 kg/m³ (10 KN/m³) en condición húmeda, pero si se mezcla con arena y grava asciende a 2000 kg/m³.

Si es usado un sustrato de bajo peso, una capa de 10 cm de espesor de sustrato tiene aproximadamente el mismo peso que un techo de tejas y para luces pequeñas un techo verde de 15 cm de espesor apenas aumenta el grosor de la subestructura del techo. Pero en habitaciones con largas luces libres el peso de un techo verde es decisivo para las dimensiones de los elementos estructurales.

3.3 Influencia de la inclinación y la orientación

Debe tenerse en cuenta que los techos con gran pendiente orientados hacia el sol, se secan mucho más rápido que techos menos inclinados y parcialmente en sombra o que son alcanzados por los rayos del sol solo en un forma rasante.

4. COMPONENTES

4.1 General

Los componentes básicos de un techo verde inclinado "extensivo" son: la membrana impermeable y anti-raíz, el sustrato y la vegetación.

4.2 Membrana

La membrana bajo el techo vegetal debe ser absolutamente impermeable y resistente a las raíces agresivas y al ácido húmedo. En Europa hay en el mercado muchos materiales con características certificadas, los más utilizados son el poliéster cubierto de PVC y la fibra de vidrio cubierta de polyolefin. Las juntas son soldadas con aire caliente y pueden ser adicionalmente selladas con plástico líquido.

Los materiales bituminosos para techos no son resistentes a las raíces. Algunas raíces viven con microorganismos especiales en simbiosis que disuelven el bitumen y lo usan para su nutrición.

4.3 Sustrato

Con una inclinación muy pequeña de 5 a 10% usualmente se coloca un sistema de drenaje bajo el sustrato. Esto puede ser una capa de 4 a 8 cm de arcilla expandida o un agregado similar de 4 a 8 mm de diámetro o un tejido poroso con canales de drenaje. En techos más inclinados no se necesita una capa especial de drenaje si el sustrato tiene una capacidad asegurada de desagüe.

El sustrato debe ser apto para almacenar y drenar agua, debe tener suficientes poros de aire y poca sustancia nutritiva.

Usualmente la tierra superficial es mezclada con agregados livianos como piedra pómez, escoria, arcilla expandida o pizarra expandida. Si el peso no importa pueden ser usadas también arena o grava. El grosor del sustrato se debe corresponder con el tipo de vegetación y las condiciones climáticas.

En climas europeos usualmente son suficientes 14 a 18 cm de sustrato para almacenaje de agua, ya que el período entre lluvias normalmente no dura más de 6 semanas. (En climas secos debe ser usado un sistema de riego o vegetación especial).

Un espesor de más de 16 a 18 cm no es recomendable para techos verdes extensivos. Cuanto más alto es el sustrato, el pasto y las hierbas crecen más alto lo que crea problemas con vientos fuertes y períodos de larga sequía. El resultado puede ser que la vegetación se muera aunque sea parcialmente. El mismo efecto negativo fue observado con sustratos con muchas sustancias nutritivas.

Si una capa segura para drenaje es usada bajo el sustrato, preferentemente se usa lana para prevenir de que el sustrato penetre en el drenaje reduciendo su efecto.

4.4 Vegetación

La vegetación debe ser resistente a condiciones climáticas severas, como sequía, vientos fuertes y en muchas regiones también heladas. Cuanto más angosto sea el sustrato, más resistente a la sequía debe ser la vegetación.

Los diferentes tipos de vegetación ya fueron descritos en el capítulo 3.3.

5. VIDA ÚTIL, COSTOS

Investigaciones en Alemania mostraron que los techos verdes extensivos con poca inclinación aunque son un 5 a 10% más caros que techos planos normales con cubierta de bituminoso y aislamiento de grava, son mucho más económicos si se tiene en cuenta su vida útil. Los costos de reparación y mantenimiento de un techo plano tradicional durante un período de 30 a 50 años crean aproximadamente el doble de costos que un techo verde.

La vida útil de un techo verde bien diseñado puede ser de más de 100 años.

6. CONCLUSIÓN

En Alemania en los últimos 20 años, cientos de techos verdes fueron construidos para casas privadas así como para edificios públicos. En algunos planes maestros para nuevos asentamientos, los techos verdes son en el presente obligatorios ya que se encontró que los asentamientos con techos verdes no solo mejoran el microclima sino que también reducen los costos del sistema de drenaje y desagüe del asentamiento. Además reduce costos de calefacción y refrigeración y mejora el confort interior para los habitantes. Para edificios públicos fue establecido que los techos verdes reducen los costos de mantenimiento drásticamente.

REFERENCIAS

- [1] W. Kolb y T. Schwarz, Dachbegrünung intensiv und extensiv, Stuttgart, Alemania, 1999.
- [2] L. Katzschner, Ergebnisse des Versuchs zur Abflussmessung eines Grasdachs, reporte no publicado, Universität de Kassel, 1999.
- [3] G. Minke, Dächer begrünen, Staufen, Alemania, 2000.



PROYECTO HORNERO
agronomía + arquitectura

PROYECTO HORNERO es desarrollado por estudiantes y docentes de la Facultad de Agronomía y de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República (Uruguay). El mismo consiste en la elaboración, utilizando tecnologías alternativas, de un prototipo de investigación en el Centro Regional Sur de Facultad de Agronomía, ubicado en Juanicó, departamento de Canelones, luego de que en marzo de 2002 un tornado azotó dicha estación experimental y sus aledaños. La propuesta consiste en el desarrollo de una construcción sustentable, que utiliza los recursos que el sitio ofrece, optimiza el consumo de energía, reduce el impacto de sus desechos en el medio y considera las variables culturales y económicas de la población de la zona. Así mismo, se articula con el área productiva de la estación y suma esfuerzos en su vocación de centro de experimentación y desarrollo en el nivel local, además de constituir una instancia de investigación multidisciplinar implementada con una fuerte impronta de participación estudiantil. Al momento presente, el grupo de trabajo ha culminado el Proyecto de Arquitectura y está procurando obtener los recursos necesarios para llevar adelante lo que seguramente se constituirá en un referente muy pertinente para la construcción en nuestro país y, sobre todo, para los habitantes de la zona, hacia quienes se ha dirigido la mirada final del Proyecto Hornero.

Montevideo, junio 2003

Contacto:
proyectohornero@adinet.com.uy
<http://proyectohornero.itgo.com>

NOTAS :

