

ANÁLISIS HIGROTÉRMICO DE UNA CUBIERTA AJARDINADA EN SERVICIO HYGROTHermal ANALYSIS OF GREEN ROOF IN SERVICE

Júlia G. Borràs¹⁻³⁻⁴, Àngeles Mas Tomás¹⁻³⁻⁴, Carlos Lerma Elvira¹⁻³⁻⁴, Enrique Gil Benso²⁻³⁻⁴, Jose Vercher Sanchis¹⁻³⁻⁴
Dpto. Construcciones Arquitectónicas¹; Dpto. Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras²; ETS. Arquitectura³; Universitat Politècnica de València⁴

INTRODUCCIÓN

La arquitectura sostenible se presenta como una herramienta cada vez más útil para conseguir los retos de las sociedades actuales, como los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Las cubiertas ajardinadas, como parte de estas soluciones, permiten mejorar el comportamiento energético del edificio y su entorno medio ambiental. Los beneficios respecto a la mejora del aislamiento de la envolvente térmica son más evidentes en proyectos de rehabilitación de edificios previos a la normativa actual más restrictiva. Es por ello que se plantea el análisis de comportamiento higrotermico de una cubierta ajardinada instalada en la reforma de un edificio docente público en Valencia (España)

INTRODUCTION

Sustainable architecture is presented as an increasingly useful tool to meet the challenges of today's societies, such as the 17 Sustainable Development Goals. The green roofs, as part of these solutions, make it possible to improve the energy performance of the building and its environment. The benefits regarding the improvement of the thermal envelope's insulation are more evident in rehabilitation projects of buildings built prior to the current more restrictive regulations. That is why the analysis of hygrothermal behaviour of a green roof installed in the refurbishment of a public educational building located in Valencia (Spain).

METODOLOGIA/METHODOLOGY

El sensor S5 se coloca en el interior de la copa de uno de los árboles para controlar la disminución de temperatura por el efecto de sombra y la evapotranspiración. El S6 se dispone en una zona exterior a la sombra.



Imagen 4. Ubicación sensor S6.
Image 4. Sensor S6 location.

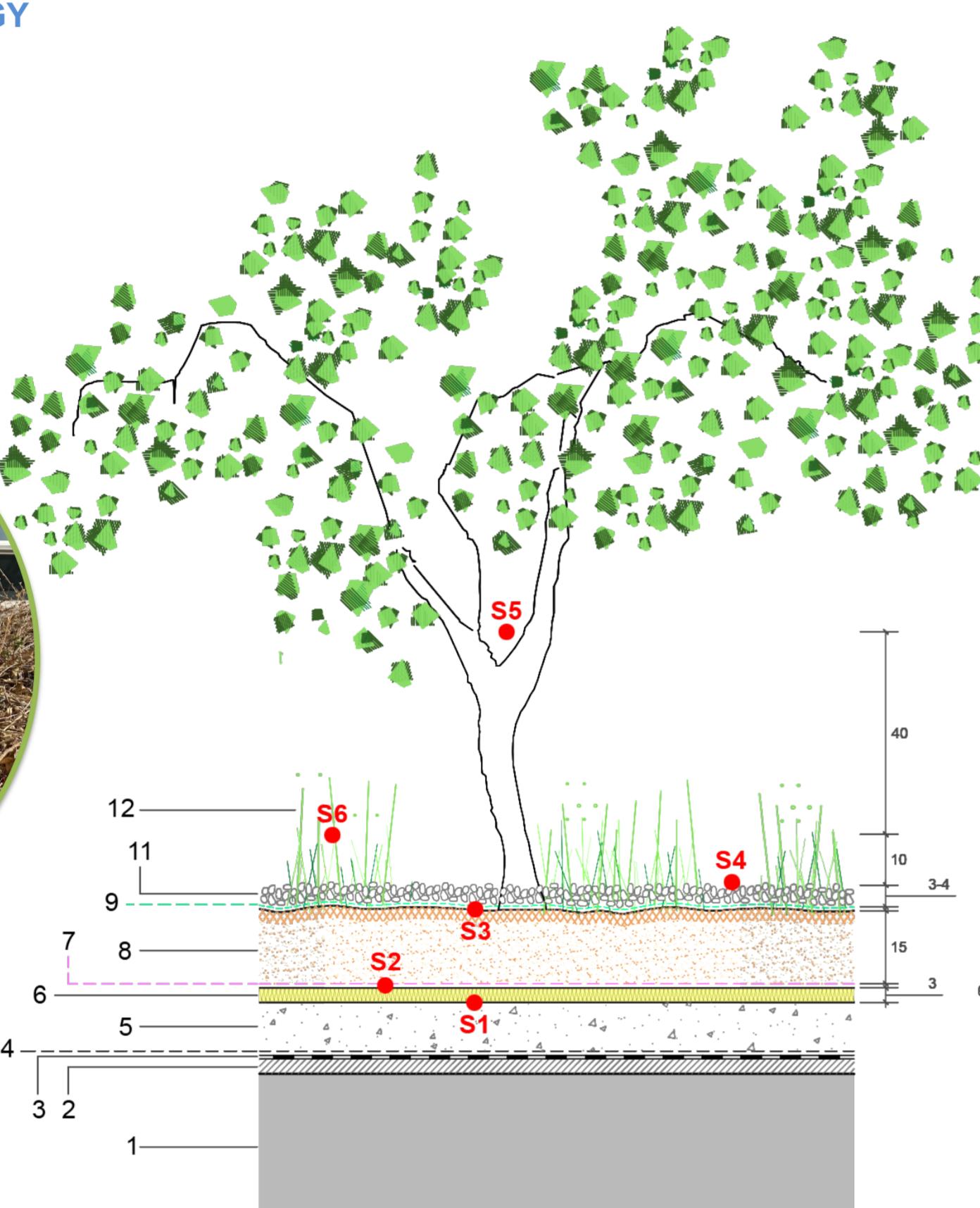
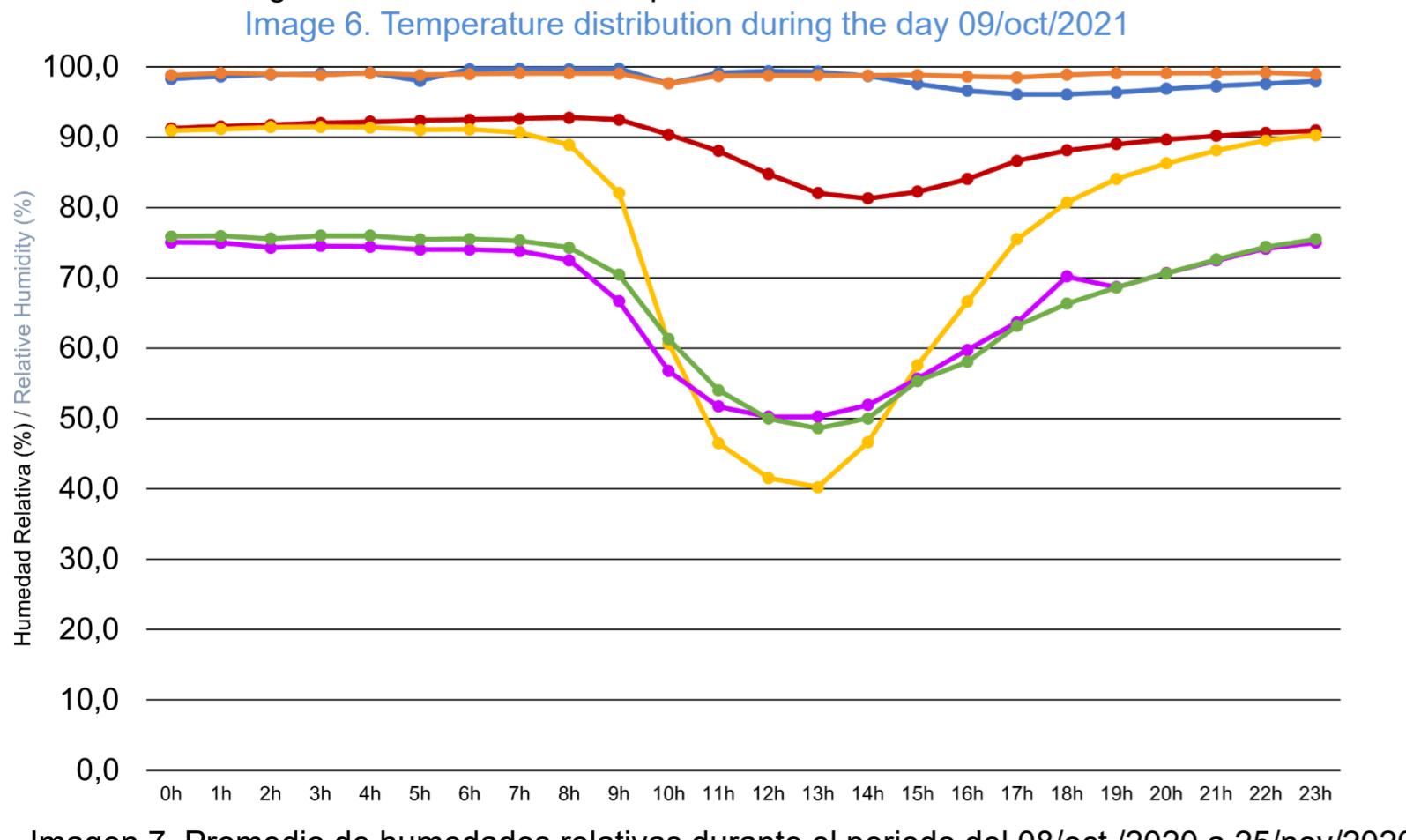
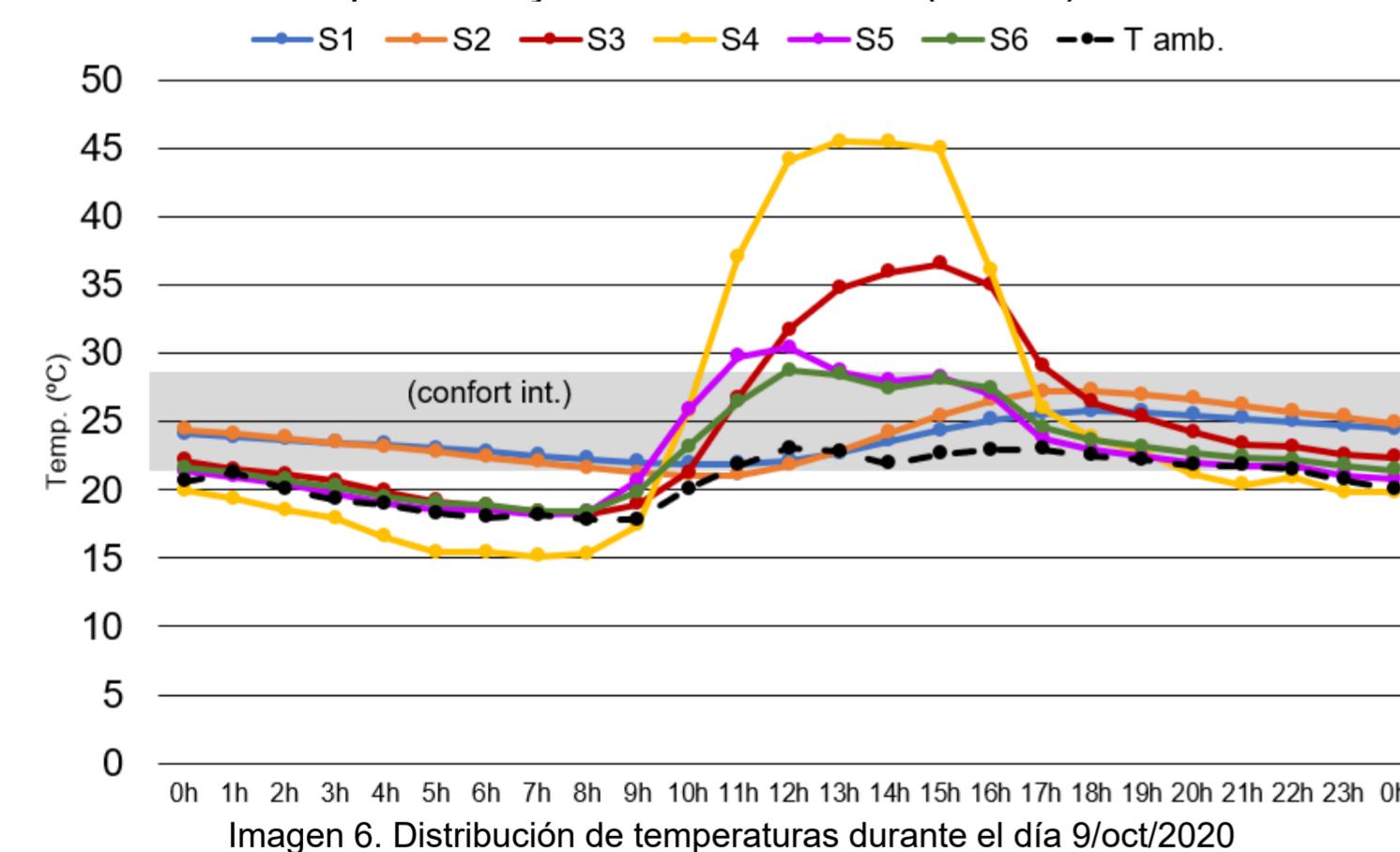


Imagen 2. Cubierta ajardinada y ubicación de sensores.
Image 2. Green roof with sensors location.

The S5 sensor is placed inside the top of one of the trees to control the decrease in temperature due to the shadow effect and evapotranspiration. The S6 is arranged in a shaded outdoor area.

El coste de construcción de una solución ajardinada puede determinar la elección o no de este sistema. Asimismo, el empleo de cubiertas ajardinadas con mayores espesores de substrato también implica pesos propios más elevados y, considerando la estructura existente y las cargas para las que estaba calculada, es posible que se requiera un refuerzo estructural, aumentando todavía más el coste inicial de instalación. Por lo tanto, se hace necesario estudiar estas dos variables antes de iniciar un análisis de comportamiento térmico. La cubierta instalada en la mencionada rehabilitación se trata de un sistema extensivo (es decir con un espesor de substrato entre 7 y 15 cm) con árboles puntuales de raíces poco profundas. Se compara esta solución con una posible alternativa no ajardinada con acabado de grava.

Para el análisis del comportamiento higrotermico de las diferentes capas se opta por el uso de seis sensores de temperatura y humedad relativa (S1-S6) TH1165 de la marca Perfect Prime.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los sensores se han programado para obtener datos de temperatura y humedad cada media hora desde el 8 de octubre hasta el 25 de noviembre de 2020.

En la gráfica de distribución de temperaturas se observa que la onda térmica de los sensores S1 y S2 muestran una trayectoria más horizontal, mientras que los sensores que se ubican por encima del substrato y el material aislante presentan una amplitud térmica mayor. También resulta relevante el desfase de la onda térmica, produciéndose las temperaturas máximas en los sensores S1 y S2 varias horas después de los S3-S5. La temperatura bajo cubierta, similar al sensor S1, se encuentra a lo largo de todo el día dentro del rango de confort térmico. En cambio, el uso de una cubierta tradicional de grava implicaría valores de temperatura interior por debajo de 22 °C.

Respecto a la humedad relativa, se observa que en los sensores bajo el substrato (S1 y S2) la humedad es casi constante y próxima al 100% en todo momento.

Estos datos confirman el comportamiento aislante térmico del substrato y su capacidad de almacenamiento de agua, incluso con espesores reducidos (15 cm). El aporte de peso propio y coste de construcción de esta solución extensiva no llega a ser del doble de la solución tradicional de grava, mientras que se observa su clara influencia en la mejora del comportamiento energético. El sensor S1 se encuentra en todo momento dentro de la temperatura de confort el día 9 de octubre. Por lo tanto, no sería necesario emplear ningún sistema de climatización a pesar de tratarse de no tratarse de una época calurosa y con elevada radiación solar, momentos en los que mejor funciona una cubierta ajardinada.

RESULTS AND CONCLUSIONS

The sensors have been programmed to obtain temperature and humidity data every half hour from October 8 to November 25, 2020.

In the temperature distribution graph, it is observed that the thermic wave of sensors S1 and S2 show a more horizontal trajectory, while the sensors that are located above the substrate and the insulating material present a greater thermal amplitude. The delay of the thermic wave is also relevant, with the maximum temperatures happening in sensors S1 and S2 several hours after S3-S5. The temperature under roof, similar to the S1 sensor, is within the thermal comfort range throughout the day. Instead, the use of a traditional gravel roof would imply interior temperature values below 22 °C.

Regarding relative humidity, it is observed that in the sensors under the substrate (S1 and S2) the humidity is always almost constant and close to 100%.

These data confirm the thermal insulating behavior of the substrate and its water storage capacity, even with reduced thicknesses (15 cm). The contribution of inherent weight and construction cost of this extensive solution is not twice that of the traditional gravel solution, while its clear influence on improving energy performance is observed. Sensor S1 is always within the comfort temperature on October 9. Therefore, it would not be necessary to use any air conditioning system even though it is not a warm period with high solar radiation, times when a green roof works best.

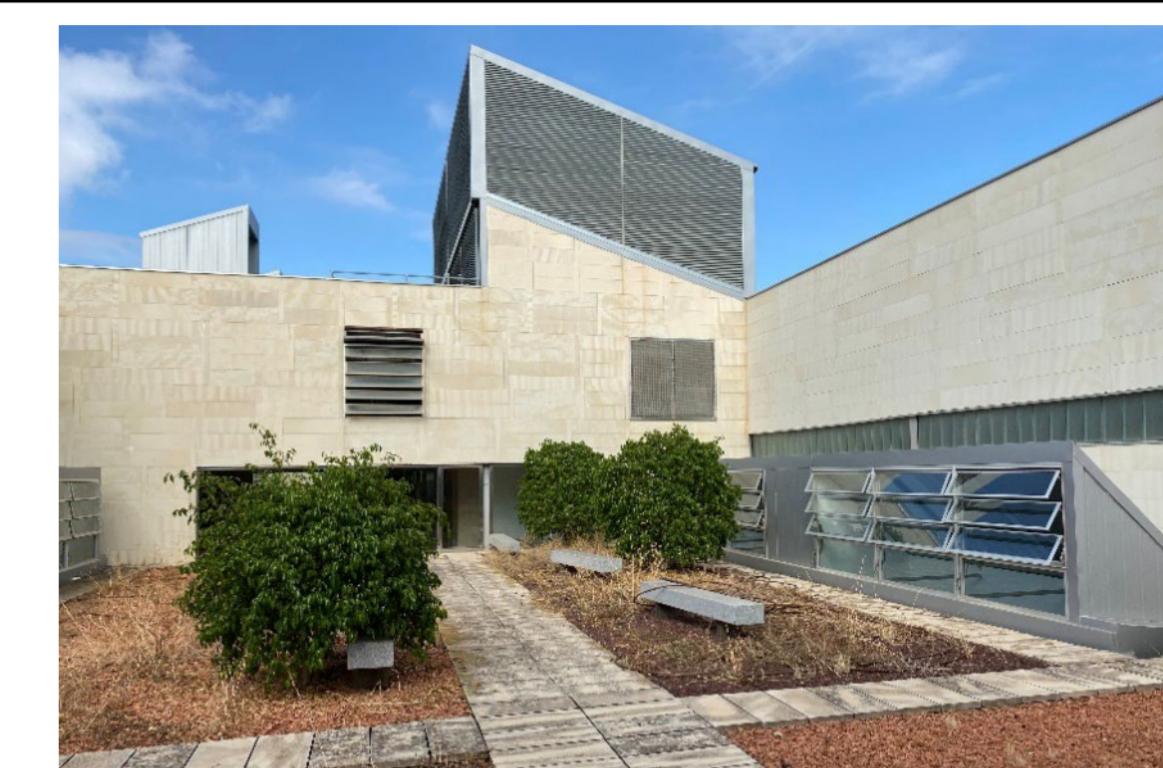


Imagen 1. Cubierta ajardinada de estudio. Image 1. Green roof to study.

Los sensores S1-S4 se han dispuesto entre las capas de la cubierta ajardinadas. Se comprueba así el espesor real de las capas hasta el aislamiento térmico, este incluido.

The S1-S4 sensors have been arranged between the green roof layers. The real thickness of the layers is thus checked up to the thermal insulation, this included.

1. Support structure
2. Regulation mortar
3. Modified bitumen waterproof sheet
4. Nonstick and puncture-resistant separating layer
5. Slope formation
6. Thermal insulator XPS
7. Filter separating layer
8. Organic substrate
9. Anti roots sheet – weed prevention
10. Puncture-resistant separating layer
11. Inorganic substrate – gravel
12. Vegetation



Imagen 5. Ubicación sensor S4 .
Image 5. Sensor S4 location.

Tabla 1. Coste de construcción y peso propio de posibles soluciones.
Table 1. Construction cost and inherent weight of possible solutions.

Sistema constructivo/ Construction system	Coste de construcción/ Construction cost	Peso propio/Inherent weight	
		Sin árbol/No tree	Con árbol/With tree
Cubierta ajardinada/ Green roof	96.04 €/m ²	4.87 kN/m ²	5.07 kN/m ²
Cubierta tradicional con grava/ Traditional gravel roof	53.38 €/m ²	3.00 kN/m ²	

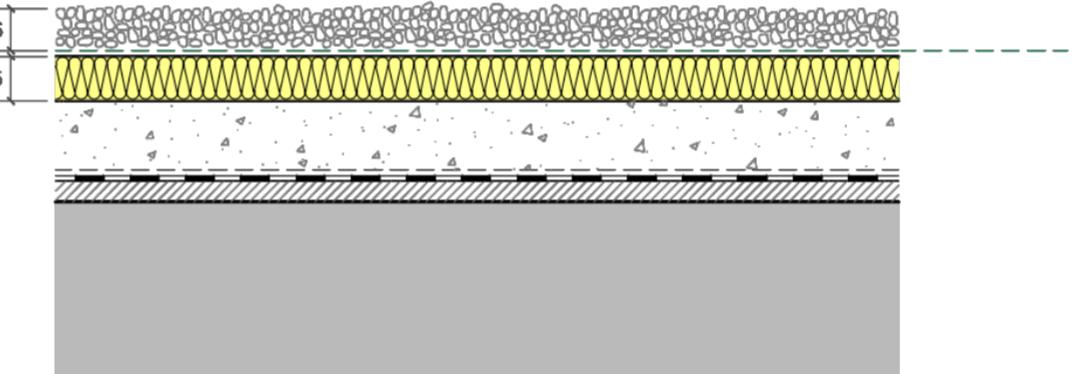


Imagen 3. Posible cubierta tradicional con acabado de grava.
Image 3. Possible traditional roof with gravel finish.

1. Soporte resistente
2. Mortero de regulación
3. Lámina impermeable de betún modificado
4. Capa separadora antiadherente – antipunzonante
5. Formación de pendiente (hormigón ligero)
6. Aislante térmico XPS
7. Capa separadora filtrante
8. Substrato orgánico
9. Lámina antirraíces – prevención de malas hierbas
10. Capa separadora antipunzonante
11. Substrato inorgánico – gravas
12. Vegetación